Die Arillargebilde der Pflanzensamen.

Von

A. Pfeiffer.

Mit Tafel VI.

Seit dem Erscheinen der grundlegenden Arbeiten von PLANCHON[1]) und BAILLON[2]) ist über Arillargebilde bei Samen in zusammenstellender und umfassender Weise nicht wieder gearbeitet worden. Die Litteratur ist zwar reich an Abhandlungen über das Vorkommen und die morphologische Beschaffenheit von Arillargebilden dieser oder jener Gattung, und verdanken wir namentlich dem letztgenannten Autor eine ganze Reihe solcher Mitteilungen. Allein sie alle sind doch wenigstens bis zu den 60er Jahren von einem ganz einseitigen Standpunkte beherrscht. Die Autoren beschränken sich darauf, rein morphologische Thatsachen, allenfalls noch die Entwickelungsgeschichte und Histologie der betreffenden Gebilde zu beschreiben, sie lassen die Frage nach der möglichen Function dagegen vollständig unberücksichtigt. Nur BAILLON etwa macht dadurch eine Ausnahme, dass er in seiner »Monographie der Euphorbiaceen«[3]) kurz die Frage nach der möglichen Function der bei dieser Familie vorkommenden Caruncula berührt; in einer andern Abhandlung, betreffend den Arillus von *Myristica*, spricht er demselben auch die Aufgabe zu, durch die Turgescenz seiner Streifen das Pericarp zum Aufspringen zu bringen[4]). Beide Angaben beruhen aber auf bloßer Vermutung und fehlt für deren Richtigkeit auch jetzt noch jeder experimentelle Nachweis. Einseitig und zu irrigen Ergebnissen führend sind die Darstellungen früherer Autoren weiter auch darum, weil sie, wie vor allem die von SCHLEIDEN, auf der Meinung aufgebaut waren, Organe von gleichem Ursprung, von gleicher Entwickelungsgeschichte müssen unter allen Umständen gleich, Organe verschiedenen Ursprungs

1) PLANCHON, Développement et caractères des vrais et des faux arilles. Ann. d. sc. nat. III. série, tome 3, p. 275 ff. 2) BAILLON, Sur l'origine du macis de la Muscade et des arilles en général. Compt. rend. tome LXXVIII. p. 779 ff. 3) BAILLON, Étude général du groupe des Euphorbiacées. Paris 1858. 4) l. c. p. 781.

und verschiedener Entwickelungsgeschichte ungleich sein[1]. Die physiologisch-anatomische Richtung, die vor allem durch die Arbeiten SCHWENDENER's und seiner Schule zum System erhoben wurde, hat dieser Meinung den empfindlichsten Stoß versetzt und jetzt wird es wohl nicht mehr bezweifelt werden, dass Organe von verschiedener Herkunft und Entwickelungsgeschichte sehr wohl dieselbe gleiche Function und andererseits Organe gleichen Ursprungs und gleicher Entwickelungsgeschichte sehr oft ungleiche physiologische Aufgaben haben können.

Der Frage nach der Function der mannigfachen Arillargebilde an Samen ist man erst in neuester Zeit näher getreten; man hat ihre »Biologie« zu ergründen gesucht, und wenn auch auf diesem Gebiete noch vieles unbekannt und dunkel geblieben ist, so hat man doch andererseits durch thatsächliche Beobachtungen und Untersuchungen einzelne schätzenswerte Ergebnisse erhalten.

Die vielen in der Litteratur zerstreuten Angaben über Pflanzenarillen in morphologischer, anatomisch-histologischer und biologischer Hinsicht zusammenzustellen und durch eigene Beobachtungen zu revidieren und zu completieren, schien mir eine immerhin lohnenswerte und dankbare Aufgabe zu sein. Ich habe den Stoff in 3 Capitel gegliedert. Im ersten Abschnitt soll zunächst ein historischer Überblick über die verschiedenen Begriffsbestimmungen der Arillargebilde gegeben werden. Grundlegend hierfür werden die bereits citierten Arbeiten von PLANCHON und BAILLON sein, da seit dem Erscheinen namentlich der Abhandlung des letztgenannten Forschers die Begriffsbestimmung des Arillus und der Arillargebilde überhaupt keine nennenswerte Abänderung erfahren hat. In einem zweiten Capitel will ich die betreffenden Arillargebilde nach ihrem morphologischen, entwickelungsgeschichtlichen und anatomischen Bau betrachten. Zum Schluss soll dann die physiologische Function, die »Biologie«, soweit sich dieselbe feststellen ließ, behandelt worden.

Erster Abschnitt.

Historisches und Terminologisches.

In der »Philosophia botanica« von LINNÉ wird der Arillus, ein Wort, dessen Etymologie unbekannt ist, als eine besondere, vom Samen leicht trennbare Hülle definiert, welche den Samen innerhalb des Pericarps umgiebt; die Frage, wie diese Hülle dem Samen anhaftet, wird dabei vollständig unberücksichtigt gelassen. Aus den angeführten Beispielen geht aber hervor, dass LINNÉ, abgesehen von *Celastrus* und *Evonymus*, auch Teile, die dem eigentlichen Pericarp angehören, als Arillen bezeichnete

[1] SCHLEIDEN, Grundzüge d. wissensch. Botanik. Leipzig 1861. p. 541.

(*Coffea*, *Jasminum*, *Cynoglossum*, *Cucumis*, *Dictamnus*, *Diosma* u. a.). Boehmer[1]) wies zuerst auf die von Linné begangenen Irrtümer hin; er schränkte den Begriff Arillus insoweit ein, als er darunter eine accessorische Hülle verstand, welche weder dem eigentlichen Samen, noch dem Pericarp angehört, eine fleischige, pulpöse, gefärbte Partie, welche bei einer Kapselfrucht den bezw. die Samen einhüllt. Eine weitere Begrenzung erfuhr die Begriffsbestimmung des Arillus durch den deutschen Carpologen Gärtner[2]). Ihm ist derselbe eine accessorische Hülle, vom Funiculus ausgehend, die frei von jedem Zusammenhang mit der eigentlichen Samenschale ist und den Samen entweder ganz oder nur teilweise umgiebt (arillus completus und arillus incompletus). Wenn sich bei Gärtner noch mancherlei Irrtümer finden, welche der Fülle des untersuchten Materials und dem Standpunkt seiner Zeit zuzuschreiben sind, so ist immer gebührend hervorzuheben und anzuerkennen, dass er zuerst die Ursprungsstelle des betreffenden Gebildes näher kennzeichnete. Ungefähr gleichzeitig und übereinstimmend mit Gärtner bezeichnete L. C. Richard[3]) den Arillus als eine mehr oder weniger starke Wucherung des Funiculus, die nur durch den Hilus in Zusammenhang mit dem eigentlichen Samen steht. In der später herausgegebenen »Analyse du fruit« (1808, p. 17 ff.) stellt Richard den Arillus sonderbarer Weise als Teil des Pericarps hin und fügt seiner ursprünglich gegebenen Definition als neues Characteristicum hinzu, derselbe bilde sich erst am befruchteten Ovulum, eine Angabe, welche nur insofern den thatsächlichen Verhältnissen entspricht, als es sich um die wirkliche Ausbildung zum fertigen Zustand handelt; die erste Anlage von Arillargebilden ist in der größten Mehrzahl der Fälle schon im Knospenzustand der Blüte in der einen oder anderen Form nachweisbar. Die deutschen Autoren der folgenden Zeit, Bischoff, Link, Treviranus, änderten wenig an der von Gärtner und Richard aufgestellten Definition. Erst durch die umfassendere Arbeit von Planchon wurden die Arillargebilde wieder Gegenstand eingehenderer Betrachtung. Planchon[4]) stellt zwei Typen auf. Als ersten Typus den wahren, echten Arillus (arille véritable); er versteht darunter eine accessorische Eihülle, welche sich um den Hilus herum bildet und das Exostom bedeckt oder es bedecken würde, wenn man sich die Hülle über den ganzen Samen ausgedehnt denke. Als zweiten Typus nennt er den falschen Arillus (arille faux oder arillode), ein Gebilde, welches aus einer Wucherung des Exostomrandes entstanden ist, letzteren aber immer unbedeckt lässt, somit stets eine dem Exostom entsprechende Durchbrechung zeigen muss. Selbst am reifen Samen, je nach der Lage der Mikropyle könne man erkennen, ob man es mit einem echten Arillus oder einem falschen, einem Arillodium zu thun habe. Wenn nämlich die Mikro-

---

1) Boehmer, Comm. phys. de plants. sem. p. 40 ff. 2) Gärtner, De fruct. et sem. pl. I. p. 137. 3) Dictionnaire de botanique IIième édit. 4) l. c. p. 284.

pyle durch die Wucherung überdeckt sei oder überdeckt sein würde bei entsprechender Ausdehnung, so könne man auf einen wahren Arillus schließen; im anderen Falle, wo sich eine dem Exostom entsprechende Durchbrechung auch am reifen Samen nachweisen lasse, sei das betreffende Organ als Arillodium zu bezeichnen. Unter Berücksichtigung dieser Terminologie besitzen *Passiflora*, *Nymphaea* echte Arillen, *Celastrus*, *Evonymus* u. a. falsche Arillen, Arillodien. Außer den vom Funiculus einerseits, vom Exostomrande andererseits ausgehenden accessorischen Bildungen, Arillus und Arillodium, behält PLANCHON den von GÄRTNER bereits eingeführten Begriff Strophiola bei für die längs der Raphe auftretenden Wucherungen, wie z. B. bei *Asarum*, *Chelidonium* etc., trotzdem bei diesen Bildungen der Funiculus in derselben Weise beteiligt ist, wie bei den übrigen von PLANCHON als »echte Arillen« bezeichneten. Die lokale Wucherung, wie sie uns z. B. an den Samen von *Asarum* entgegentritt, würde, wenn sie weiter um sich griffe, und um den ganzen Samen herum wachsen würde, doch dann auch die Mikropyle bedecken müssen, mithin sämtliche Eigenschaften, welche PLANCHON einem echten Arillus zuschreibt, aufweisen.

Hier sei es gestattet, auf das Unzweckmäßige der von PLANCHON eingeführten Terminologie hinzuweisen. Die mannigfachen accessorischen Bildungen, welche man in der Botanik als Arillargebilde zusammenfasst, lassen sich keineswegs alle unter die von ihm aufgestellten beiden Typen rubricieren. So bezeichnete er den Samenmantel von *Myristica* zwar als ein Arillodium, da er in ihm einen Auswuchs des Mikropylenrandes sah; wie aber HOOKER und THOMSON gezeigt haben, ist es nicht allein der Exostomrand, welcher diese Bildung hervorruft, sondern der Funiculus ist gleichfalls daran beteiligt. Diese lange Zeit für falsch gehaltene Ansicht ist später durch entwickelungsgeschichtliche Untersuchungen von BAILLON[1] und in jüngster Zeit von VOIGT[2]) dahin präcisiert worden, dass man es hier nicht etwa mit zwei getrennten, von einander unabhängigen Bildungscentren zu thun hat, welche dann im weiteren Verlauf ihrer Entwickelung notwendigerweise eine »soudure« miteinander bilden müssten, sondern nur mit einem einzigen, welches zwischen der Hilusstelle und der ihr zunächst gelegenen Hälfte des Exostoms befindlich ist und allmählich das Exostom und den Hilus in ihrem ganzen Umfang zur weiteren Ausbildung des Mantels heranzieht. Die gleiche Art der Entstehung ist später von BAILLON[3]) für den Arillus der Samen von *Mathurina* (*Turneraceae*) nachgewiesen worden. Auch bei *Evonymus* und Verwandten, welche speciell PLANCHON als Prototyp seines Arillodiums hinstellt, werden wir Gelegenheit haben zu zeigen, dass deren Samenhülle auf dieselbe Weise zu Stande

1) BAILLON in Adansonia. T. V. p. 177 und Compt. rend. LXXVIII, p. 779. 2) VOIGT, Bau und Entwickelung d. Samens und des Samenmantels von *Myristica*. Göttingen 1885. Inaug.-Dissert. 3) BAILLON, Bull. de la Soc. Linn. Paris 1878. p. 164.

kommt wie bei *Myristica* etc. Die Art und Weise der Bildung, wie Planchon sie für seine Arillodien angiebt, scheint demnach de facto nicht vorzukommen. Die mannigfachen, speciell vom Funiculus ausgehenden Haarbildungen will er nicht als Arillen bezeichnet wissen; alle diese Gebilde, die namentlich bei verschiedenen *Scitamineae* vorkommen, verdienen nach ihm nicht einmal den Namen falscher Arillen. Überhaupt ist sowohl die ältere Terminologie von Gärtner, Richard sowie die von Planchon um deswillen nicht besonders glücklich gewählt, als durch sie bloße Gegensätze, nichts Thatsächliches bezeichnet wird. Mit demselben Rechte, mit welchem Planchon z. B. die accessorischen, vom Funiculus ausgehenden Hüllen als echte Arillen hinstellt, könnte ein anderer Autor diese gerade als die falschen bezeichnen, und umgekehrt die Arillodien echte Arillen nennen. Wie aus dem bis jetzt Gesagten erhellt, ist der Begriff Arillus im Laufe der Zeit von den verschiedenen Autoren immer mehr eingeschränkt worden, ja Planchon ging hierin sogar soweit, dass er von den auf so verschiedene Weise und an so verschiedenen Stellen auftretenden Samenanhängen nur zwei bestimmte Arten als Arillargebilde aufgefasst wissen will.

In der nun folgenden Zeit kehrte man, einsehend, dass die diesbezügliche Terminologie von Ausdrücken und Namen, welche im Grunde genommen nichts Thatsächliches bezeichneten, dabei alle mehr oder weniger gleichwertig seien, überladen sei, zu dem früheren Standpunkt, der zur Zeit Gärtner's der herrschende war, zurück. Man verfiel hierbei aber ebenso wie Planchon in Extreme. Der erste derartige Versuch, die Terminologie zu vereinfachen, wurde von Treviranus [1]) gemacht. Bei der zu jener Zeit viel erörterten Frage, ob die weiche, fleischfarbene Hülle, welche die harte, schwarze Testa der *Magnolia*samen umkleidet, morphologisch als Arillus aufzufassen sei oder nicht, entscheidet er sich für die erste Ansicht und macht am Schluss seiner hierauf bezüglichen Betrachtung den radikalen Vorschlag, überhaupt jede mit einer Oberhaut versehene weiche Bekleidung der Testa, sie mag partiell oder total sein, sie mag der Testa mehr oder minder anhängen, sie mag eines früheren oder späteren Ursprungs aus der Placenta sein, als Arillus zu bezeichnen. Diesen Standpunkt vertritt auch Baillon in seiner oben citierten Abhandlung. Er weist hierbei auf die verschiedenen Mängel der bisherigen Terminologie in gebührender Weise hin, und wenn wir uns ihm auch nicht in allen Punkten anschließen können, so muss doch mit Nachdruck hervorgehoben und anerkannt werden, dass er zuerst für die verschiedenen Arillarbildungen eine Bezeichnungsweise in Vorschlag gebracht hat, welche thatsächlichen Verhältnissen Rechnung trägt. Er hält die meisten Arillargebilde ihrer morphologischen Natur und ihrer Function nach für Haarbildungen, welche bei der Ablösung und Verbreitung der Samen auf die eine oder andere Weise eine Rolle spielen. An

---

1) Treviranus, Frucht und Samenbau von *Magnolia*. Bot. Ztg. 1858. p. 353.

mehreren Beispielen zeigt er, wie mannigfaltig in den verschiedenen Familien diese Bildungen sind. So finden sich Samen mit lokalisierter Haarbildung und solche, bei welchen die Haare die ganze Oberfläche überziehen, weiter giebt es Flügelbildungen etc. Die lokalisierte Arillusbildung, welche am häufigsten in der Natur vorkommt, ist bald auf das Chalazaende, bald auf die Mikropylengegend, bald auf die Raphe oder einen Teil derselben beschränkt. Er schlägt deshalb eine von der bisherigen abweichende Bezeichnungsweise vor, welche die verschiedenen, entwickelungsgeschichtlichen Verhältnisse berücksichtigt und sich auch recht gut für die beschreibende Botanik anwenden lässt. Die vielen, oft schwer zu definierenden Ausdrücke, wie echter und falscher Arillus, Calyptra, Strophiola, Caruncula u. s. w. will er beseitigt und an ihrer Stelle unterschieden wissen zwischen allgemeiner oder totaler und lokalisierter Arillusbildung in dieser oder jener Region des Samens, am Funiculus, an der Raphe, der Chalaza, am Hilus oder an der Mikropyle oder an mehreren dieser Stellen zugleich. Trotzdem nun die von Baillon vorgeschlagene Terminologie gegenüber der älteren eine gut gewählte ist, können wir derselben nicht in allen Beziehungen, namentlich was die Umgrenzung des Begriffes anbelangt, beipflichten. Fast alle Autoren, welche der Frage nach der Natur der Arillargebilde näher getreten sind, stimmten trotz der in einzelnen Punkten stark variierenden Definitionen wenigstens in dem einen Punkte überein, dass jene accessorischen Gebilde nur an gewissen Stellen des bereits normal entwickelten, d. h. mit seinen Integumenten versehenen Ovulums entstehen und nur an ihrer jeweiligen Ursprungsstelle in Verbindung mit dem übrigen Samen stehen. Wenn sich aber, wie dies bei *Magnolia*, *Oxalis* u. a. der Fall ist, im Laufe der Entwickelung des Ovulums zum fertigen Samen Teile desselben, wie die Integumente bei Bildung der Samenoberhaut und Testa in ihrer Gesamtheit zu besonderen Schichten differenzieren, die miteinander überall verwachsen und in Zusammenhang stehen, so kann von einer eigentlichen Neuanlegung eines Organes nicht gut die Rede sein.

Von einem derartig extremen Standpunkt ausgehend gäbe es ja alsdann fast keinen Samen, an dem nicht irgend eine Eigenschaft der Testa als Arillus zu deuten wäre.

Da sich jedoch über terminologische Fragen viel streiten lässt, ohne dass eine Einigung zu erzielen ist, so mag es auch hier dem Ermessen des Einzelnen überlassen sein, wie weit er den Begriff des Arillus ausdehnt resp. einschränkt. Irgendwo muss aber die Grenze gezogen werden zwischen arillaten und nicht arillaten Samen. Maßgebend hierbei können nur zwei Gesichtspunkte sein, entweder der morphologische oder der biologische. Für uns soll das morphologische Moment das leitende sein, und werden wir in den nachfolgenden Betrachtungen bei der Frage, ob ein Samenanhang oder eine Samenhülle als Arillus zu betrachten ist oder nicht,

nur lokalisierte Bildungen berücksichtigen, welche ausschließlich an ihrer jeweiligen Ursprungsstelle in Zusammenhang mit dem Samen stehen und, ohne mit der gesamten Testa verwachsen zu sein, diese trotzdem mehr oder minder ganz umhüllen können. Alle jene Bildungen aber, welche besondere Differenzierungen der gesamten Testa sind und unter die von Baillon als »arilles généralisés« zusammengefassten Gebilde fallen, schließen wir aus; einen großen Teil derselben könnte man allenfalls als »Arillen im biologischen Sinne« bezeichnen.

Zum Schluss möchten wir uns noch gegen eine in Lehr- und Handbüchern oft wiederkehrende Ansicht wenden, nach welcher der Arillus hinsichtlich seiner morphologischen Dignität als drittes Integument betrachtet wird. Gegen eine derartige Annahme spricht außer der Thatsache, dass seine Ausbildung erst am normal entwickelten und befruchteten Ovulum erfolgt, auch hauptsächlich der Umstand, dass er nie, wie dies von den echten Integumenten behauptet wird, ein Gebilde des Knospenkernes ist. Doch ist diese ganze Frage für uns von zu untergeordneter Bedeutung, um darauf näher einzugehen; sie gehört ebenso wie die Ansicht Baillon's, der Arillus sei morphologisch als Trichomgebilde zu deuten, in das Gebiet der Theorie.

Im folgenden Abschnitt, welcher von der entwickelungsgeschichtlichen Entstehung und Anatomie der Arillen handeln soll, haben wir von einer Rubricierung der verschiedenen Formen unter einzelne, nach der jeweiligen Art der Entstehung aufgestellte Typen abgesehen, da keineswegs in allen Familien, deren Samen Arillargebilde besitzen, letztere nach ihrer entwickelungsgeschichtlichen Entstehung oder in ihrem anatomischen Bau typisch für die ganze Familie sind. Der Aufeinanderfolge der einzelnen Familien liegen die »Gen. plant.« von Bentham und Hooker zu Grunde.

Zweiter Abschnitt.

Entwickelungsgeschichtliches und Anatomisches.

Dilleniaceae.

Die Samen der verschiedenen Gattungen dieser Familie besitzen mehr oder weniger alle einen bald hüllenartig membranösen, bald haarförmig zerschlitzten Funiculararillus, der bereits im Knospenzustand der Blüte als ringförmige Verdickung des Nabelstranges unmittelbar an der Anheftungsstelle des anatropen Ovulums angelegt ist. Durch weiteres Auswachsen der Ränder dieses Ringwalles nach der Befruchtung wird dann allmählich eine die Mikropylargegend des Ovulums resp. des Samens bedeckende Hülle hervorgerufen. Bei einigen Gattungen, wie *Pachynema*, bleibt diese auf eine die Spitze des Samens nicht viel überragende Cupula beschränkt. In anderen Fällen dagegen geht die Ausbildung weiter, und sehen wir dann

den reifen Samen von einem sackartigen, am freien Rande vielfach bald mehr, bald weniger tief zerschlitzten Gebilde eingeschlossen, so bei den verschiedensten Arten von *Tetracera* (*T. surinamensis* Miq., *T. mexicana* Eichl., *T. Sellowiana* Schlecht., *T. Breyniana* Schlecht., *T. Nordtiana* F. v. Müll., *T. rigida* Klotzsch). Bei *Davilla* (*D. macrocarpa* Eichl.), *Curatella* (*C. americana* L.), *Doliocarpus* (*D. Rolandri* Gmel.) u. a. ist der Arillus deutlich zweilappig, von häutiger Consistenz und wenig gefransten Rändern. Abgesehen von *Tetracera Assa* DC., wo von einer schmalen, dem langgezogenen Hilus aufliegenden Kappe zahlreiche, den Samendurchmesser an Länge mehrfach übertreffende Fransen ausgehen, geht die Zerschlitzung wohl am weitesten bei *Crossosoma* (*C. Bigelowii* Wats.); hier ist, wenigstens im ausgebildeten Zustand, keine Spur eines zusammenhängenden Gewebes vorhanden; an Stelle dessen finden sich um den Hilus herum feine, cylindrische Haarbündel, welche besonders dadurch interessant erscheinen, dass ihre äußere Zellschicht an vielen Stellen zierliche, einzellige, fingerförmige Ausstülpungen tragen (vergl. Fig. 1).

Das in der Regel mehrschichtige Gewebe bietet im Allgemeinen keinerlei Besonderheiten. In der Mehrzahl der Fälle haben wir gewöhnliches Parenchym mit langgestreckten, prismatischen Zellformen vor uns. Die radial gestreckten Zellen der beiderseitigen Epidermis, sowie die Zellen des zwischen ihnen liegenden Gewebes sind durch collenchymatische Verdickungen in den Ecken ausgesteift; besonders schön wurde dies an Alkoholmaterial von *Tetracera rigida* Klotzsch beobachtet (vergl. Fig. 2). Im Übrigen sind die Zellen meist dünnwandig. Bei einigen *Tetracera*arten, so *T. surinamensis* Miq. kommen allerdings bei den Epidermiszellen besonders an der Außenwand sehr erhebliche, an den Seitenwänden weniger starke Verdickungen vor, welche oft schöne Schichtung zeigen, sehr quellungsfähig sind und sich bei Anwendung der üblichen Reagentien als der Hauptsache nach aus Cellulose bestehend erweisen. Ein für sämtliche untersuchten Dilleniaceen-Arillen charakteristisches Merkmal ist das Vorkommen von Raphidenschläuchen, welche sich aber auch, wie leicht zu erwarten war, in den Vegetationsorganen der Pflanzen fanden. Im Gewebe des Arillus nehmen sie vorzüglich die centrale Partie ein und sind im fertigen Zustand gewöhnlich von doppelter Länge und Breite wie die übrigen Zellen. Neben dem gewöhnlichen feinkörnigen plasmatischen Inhalt sind fette Öle oft in reichlicher Menge gespeichert, so namentlich bei *Tetracera surinamensis* Miq. und *Davilla macrocarpa* Eichl.; bei beiden vorzüglich in den epidermalen Schichten.

Berberidaceae.

Von allen hierhergehörigen Gattungen weisen nur zwei Arillen auf und zwar *Epimedium* einen häutigen, meist zweilappigen, *Jeffersonia* einen borstenförmig zerschlitzten, auf die Hilusgegend beschränkten. *Vancouveria*

(*V. hexandra*), welche von einigen Systematikern (Morren und Decaisne; Bentham und Hooker) als besondere Gattung geführt, jetzt aber meist mit *Epimedium* vereinigt wird, besitzt den gleichen Arillus wie dieses. Die größere Mehrzahl der übrigen *Berberidaceae*, sowie die von Bentham und Hooker zu diesen gezogenen *Lardizabalaceae* besitzen sämtlich Beerenfrüchte. In einigen Handbüchern werden zuweilen auch die Samen von *Podophyllum* als »arillata« bezeichnet; hier hat man es jedoch nur mit einer bei der Reife fleischig-pulpös werdenden Placenta zu thun, in welcher die Samen gewissermaßen eingebettet liegen.

Epimedium. In der Litteratur liegen über dessen Arillus nur zwei ältere Arbeiten vor[1]. Morren und Decaisne fanden denselben charakteristisch für alle untersuchten Arten der Gattung. Auch bezüglich der entwickelungsgeschichtlichen Entstehung finden sich bereits einige Angaben, welche aber ebenso wie einige der Abbildungen nicht in allen Punkten den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen; in dieser Hinsicht sind die Darstellungen Baillon's zuverlässiger[2].

Der einzelne Samen wird im Reifezustand von einem farblosen, häutigen, nur um den Hilus herum mit ihm in Zusammenhang stehenden Gebilde mehr oder weniger vollständig eingehüllt. Bei *Epimedium concinnum* Vatke, *E. alpinum* L., welche ich lebend zu untersuchen Gelegenheit hatte, sowie einigen anderen (*E. pubigerum* Morr. et Dcsn. etc.), von denen bloß Herbarmaterial vorlag, greift die Arillarbildung nur um ein Geringes über die Ränder der Raphe hinaus, sodass es den Anschein erweckt, als ob der Same einen der Bauchseite flach aufliegenden schuppenartigen Flügel trage, ähnlich dem gleichnamigen der *Turneraceae.* Trotzdem er gegen die Chalaza zu dicker wird, besteht das Organ in seiner ganzen Ausdehnung bloß aus zwei Zellschichten; auch an der Chalaza, wo man dem Äußeren nach ein stärker entwickeltes Gewebe vermutet, ist dies der Fall. Die scheinbare Anschwellung an dieser Stelle kommt einfach dadurch zu Stande, dass sich die an der Ursprungsstelle d. h. unmittelbar am Anheftungspunkt des Ovulums vereinigten Schichten weiter oberhalb von einander trennen, zwischen beiden also eine taschenförmige Höhlung entsteht. Die beiden Gewebeschichten setzen sich aus dünnwandigen, parenchymatischen Zellelementen von kubischer Gestalt zusammen, die im meristematischen Zustand den gewöhnlichen plasmatischen Inhalt führen. Bei der Reife trocknet dieser dann mehr und mehr ein und das Ganze nimmt häutige Consistenz an. Die fingerhutförmigen Vertiefungen, welche sich nach den Angaben Morren und Decaisne's auf der Oberfläche vorfinden, rühren von Schrumpfungen des Gewebes beim Eintrocknen her.

---

1) Morren et Decaisne, Observ. sur la flore du Japon, suivies de la monogr. du genre *Epimedium.* Ann. sc. nat. IIième série, tome 2. p. 347.

2) Baillon, Remarques sur l'organ. des Berberidées. Adansonia II. p. 268—291.

Bei verschiedenen anderen Arten bleibt die Ausbildung des Arillus nicht einseitig auf die Gegend der Raphe beschränkt. Aus dem schuppenförmigen Flügel wird hier ein aus zwei Lappen bestehendes, gleichfalls häutiges, den beiden Blatthälften einer *Dionaea* äußerlich ähnliches Gebilde, welches den Samen bald mehr bald weniger vollständig umgiebt, so bei *E. alpinum* L., *E. elatum* Morr. et Dcsn., *E. pinnatifidum* Fisch. β *colchicum* u. a. Auch hier ist das Gewebe das gleiche wie bei den vorhergehenden, d. h. es besteht aus nur zwei Zellschichten mit würfelförmigen oder polyedrischen Elementen. Während das in Rede stehende Gebilde nach der bisher üblichen Terminologie meist als Strophiola bezeichnet wird, möchten wir dasselbe nach dem Ort seiner Entstehung und seiner jeweiligen Ausbildung als einseitigen resp. zweilappigen Funiculararillus ansprechen.

Was nun die entwickelungsgeschichtliche Entstehung anbelangt, so haben Morren und Decaisne in ihrer Abhandlung bereits angegeben, dass die Bildung des Arillus durch den Funiculus hervorgerufen wird. Jedoch erst durch die späteren Untersuchungen Baillon's wurde die Bildungsstelle näher angegeben; er beobachtete bereits zur Zeit der Blütenentfaltung in der Nähe der Anheftungsstelle des mit zwei Integumenten versehenen anatropen Ovulums an der späteren Hilusgegend die erste Anlage in Form einer kleinen »Falte«. Diese Thatsache, dass die Anlage des Arillus sich bereits zur Zeit der Blütenentfaltung, also sicher vor eingetretener Befruchtung zeigt, ist darum wichtig, weil ältere Autoren, wie L. C. Richard, Planchon annehmen, die Bildung eines Arillus finde erst nach erfolgter Befruchtung des Ovulums statt. Der wahre Sachverhalt ist dahin zu präcisieren, dass erste Andeutungen sehr wohl vor der Befruchtung, also mitunter noch im Knospenzustand der Blüte bereits nachweisbar sein können, die eigentliche Ausbildung dagegen aus begreiflichen Gründen erst nach derselben vor sich geht.

Die Richtigkeit der Baillon'schen Angaben kann ich auf Grund der bei *E. concinnum* Vatk. u. a. angestellten Untersuchungen nur bestätigen. An jugendlichen, in medianer Längsrichtung durchschnittenen Fruchtknoten constatiert man leicht, dass die »Falte« in der Nähe des Anheftungspunktes des Ovulums durch Auswachsen einer Anzahl von Zellen aus der epidermalen Partie des Raphegewebes gebildet wird. Die Epidermis wölbt sich an der genannten Stelle, ähnlich wie dies bei Bildung eines Trichoms geschieht, zu einem kleinen Höckerchen vor, dessen äußerste Schicht sich dann allmählich von dem darunter liegenden, den Höcker ausfüllenden, parenchymatischen Gewebe trennt und den auf dem Längsschnitt schleifenartig erscheinenden, zweischichtigen Gewebesack bildet.

Jeffersonia. Untersucht wurde Alkoholmaterial von *J. diphylla* Pers. Der länglich-eiförmige Same trägt an der Hilusstelle einen haarförmig zerschlitzten, spreuschuppenähnlichen Anhang. Derselbe greift jedoch nicht vollständig um den kreisförmigen Nabelfleck herum, sondern seine

Insertionsstelle beschränkt sich auf die eine an der Raphe gelegene Hälfte desselben. In seiner Längsausdehnung reicht er etwa bis zur Mitte der Raphe, steht aber mit ihrem Gewebe nur am Hilusrand in Verbindung. Entwickelungsgeschichtlich ist er von gleicher Herkunft wie der Arillus von *Epimedium*; er tritt zuerst als eine einfache transversale, den Anheftungspunkt des anatropen Ovulums bedeckende Verdickung auf, die durch Streckung der ursprünglich isodiametrischen Zellen weiter auswächst. In dem vorliegenden Falle ruft jedoch nicht wie bei *Epimedium* die epidermale Schicht des Funiculus resp. der Raphe allein die Bildung dieser Emergenz hervor; vielmehr nehmen hier auch die unter der epidermalen Zone gelegenen Gewebepartien der Raphe Anteil daran. Die Richtigkeit dieser Thatsache lässt sich selbst noch an medianen Längsschnitten durch bereits reife Samen nachweisen; auch makroskopisch fällt auf, dass, außer den unmittelbar an der Peripherie des Hilusrandes anhebenden borstenförmigen Haaren, auch solche tiefer aus dem Innern der kreisförmigen Samenbruchstelle herauskommen und sich dann bogenförmig umbiegend der Außenseite der Raphe anlegen. Das ganze Organ besteht nicht aus einem zusammenhängenden Gewebecomplex, sondern ist, wie bereits angedeutet, an einzelnen Stellen zuweilen bis zur Insertionsstelle in viele Bündelhaare zerschlitzt und aus langgestreckten, ziemlich dickwandigen Zellen von spindelförmiger, auch prismatischer Form zusammengesetzt. Die Zellwände, welche namentlich an der Stelle, wo ein Zusammenhang zwischen Raphe und Arillus besteht, besonders stark verdickt sind, zeigen rundliche Poren, sodass eine derartige Wand durchschnitten ein perlschnurähnliches Aussehen erhält. Die allmähliche Zunahme in der Wandverdickung der Zellen von der Spitze des Arillus nach seiner Ursprungsstelle zu scheint in Zusammenhang mit der mutmaßlichen Function zu stehen. Erfüllt sind die Zellen von einem feinkörnigen, bei Behandlung mit Jod sich gelbbraun färbenden Inhalt; die Zellwände selbst zeigen bis auf die schwach verholzte Mittellamelle die gewöhnliche Cellulosereaction.

Nymphaeaceae.

Bei den verschiedenen Arten von *Nymphaea* zerfällt der zur Reife gelangte Fruchtknoten in unregelmäßige Stücke. Jeder auf diese Weise frei werdende Same wird seiner ganzen Länge nach von einem weißglänzenden, sackförmigen, nicht gefalteten Funiculararillus eingeschlossen. Derselbe endigt etwas unterhalb der Chalaza, so dass also die der Mikropyle abgekehrte Seite des Samens, dessen Längsdurchmesser um etwas kleiner als der der Umhüllung ist, frei bleibt.

Das gleiche Gebilde von *Euryale ferox* Salisb. unterscheidet sich in seinem äußeren Bau nur in wenigen Punkten. Die sackartige Hülle ist nicht wie bei jener straff, sondern an ihrer Oberfläche runzlig gefaltet,

besteht außerdem am Chalazaende des Samens aus mehreren sich übereinanderlegenden Lappen. Das Arillargewebe ist in beiden Fällen gleichartig ausgebildet; wir haben es mit einem an das Schwammparenchym vieler Laubblätter erinnernden Gewebe zu thun. Die einzelnen Zellen sind meist von vielarmiger Gestalt, und da sie bloß mit den Enden ihrer armförmigen Aussackungen in wechselseitiger Verbindung stehen, so kommen zwischen ihnen große, mit Luft erfüllte Hohlräume zu Stande, denen das ganze Organ seine weißglänzende Farbe verdankt. Die sternartigen Zellen sind von einem sehr feinen Plasmanetz mit deutlichem, großen Kern erfüllt; nebenbei kommt etwas Stärke vor. Der wasserklare, plasmatische Inhalt verleiht dem ganzen Organ eine schleimige, pulpöse Consistenz. An der Oberfläche des Arillus von *Euryale* treten neben den Zellen mit farblosem Inhalt vereinzelt solche mit karminviolettem Zellsaft auf, die dem bloßen Auge als kleine rote Striche erscheinen.

Die Entstehungsweise des Arillus ist bei *Nymphaea* sowohl wie bei *Euryale* dem Princip nach die gleiche; an seiner Bildung ist nur der Funiculus beteiligt. Präpariert man sich aus dem Fruchtknoten einer noch nicht entfalteten *Nymphaea*blüte einige der zahlreichen Ovula heraus, so fällt bei mikroskopischer Betrachtung an ihnen sofort der eigenartige Bau des Samenstielchens in die Augen und man wird, wenn man die Verhältnisse am reifen Samen bereits studiert hat, ohne weiteres den Teil des Funiculus bezeichnen können, aus welchem späterhin der Samenmantel hervorgeht. Die Ovula, hier anatrop und mit zwei den Eikern überragenden Integumenten versehen, werden von einem langen cylindrischen Funiculus getragen, welcher sich an der Hilusstelle, also neben dem Exostomrande zu einer birnförmigen Auftreibung erweitert, in deren Gewebe das Gefäßbündel als centraler Strang verläuft. Nach erfolgter Befruchtung schwillt der birnförmige Teil noch mehr an, nimmt um den Hilus herum die Gestalt eines Ringwulstes an, und durch Auswachsen der Ränder desselben entsteht dann eine das Exostom überwachsende Hülle, welche im weiteren Verlaufe ihres Werdens die ganze Oberfläche des Samens sackartig überzieht. Bei *Euryale* ist das Ovulum der Placenta seitlich angeheftet und mehr sitzend; ein langer, cylindrischer, an der Hilusstelle birnförmig aufgetriebener Funiculus wie bei *Nymphaea* ist nicht vorhanden. Der Mantel zeigt hier in seinen ersten Entwickelungsstadien die Form eines einfachen Ringwulstes um die Befestigungsstelle der Samenanlage, erfährt aber später genau die gleiche Ausbildung wie bei *Nymphaea*.

Allen anderen Gattungen der *Nymphaeaceae* als den erwähnten fehlt der Arillus. Als bemerkenswert möchte ich noch hervorheben, dass bei den anatropen Samenanlagen von *Victoria regia* Lindl. der Funiculus am Hilus eine ähnlich geformte Erweiterung wie bei *Nymphaea* zeigt; in systematischen Handbüchern und Monographien ist daher vielfach von einem rudimentären Arillus der *Victoria*samen die Rede. Ob man es hier nun

thatsächlich mit dem Rudiment eines Arillus oder aber mit der Anlage zu einem solchen zu thun hat, wage ich nicht zu entscheiden.

Tremandraceae.

Die Samen dieser die drei Gattungen *Tetratheca*, *Tremandra* und *Platytheca* umfassenden Familie sind, mit Ausschluss der letztgenannten, durch den Besitz eines wurstförmigen, spiralig gewundenen Appendix in der Chalazagegend ausgezeichnet. Mir lag über diese Familie nur sehr spärliches und schlechtes Herbarmaterial vor und muss ich mich daher vorläufig darauf beschränken, einer über diesen Gegenstand vorliegenden älteren Arbeit Erwähnung zu thun[1]).

Schuchardt giebt an, dass bei der Gattung *Tetratheca* dieser Anhang durch Ausbauchung des Zellgewebes des unteren, an der Chalaza gelegenen Teiles der Raphe entsteht. Seine Bildung beginnt bereits in dem Knospenzustand der Blüte; er setzt sich aus anfänglich parenchymatischem, später hornartig werdendem Gewebe zusammen. Bei der Reife soll sowohl der Same wie dessen Appendix dann noch von einem nach der Befruchtung entstehenden membranösen »Arillus«, dessen einschichtiges Gewebe an manchen Stellen haarförmige Ausstülpungen trägt, vollständig überzogen werden. Dieser Arillus stelle an dem Auswuchs der Chalaza »einen langen häutigen Schlauch dar, der sich nach tagelangem Weichen in Wasser von dem hornartigen Fortsatz abziehen lässt und sich hierbei ganz unzweifelhaft als ununterbrochenen Fortsatz des das Ovulum als drittes Integument umkleidenden membranösen Arillus zu erkennen giebt«. Was Schuchardt hier als Arillus bezeichnet, scheint mir nach den Verhältnissen an reifen Samen nichts weiter zu sein, als eine besonders differenzierte Schicht der Testa, welche durch das äußere Integument gebildet wird, ganz so, wie dies bei den in der älteren Litteratur und neuerdings auch nach der Baillon'schen Terminologie gleichfalls als »arillata« bezeichneten Samen der *Oxalis*arten der Fall ist. Die einschichtige, weißliche Gewebepartie mit stellenweisen fingerförmigen Ausstülpungen ist allseitig mit der eigentlichen, harten Testa verwachsen und kein accessorisches Gebilde. Mir scheint es weit eher angebracht zu sein, wenn man hier überhaupt von einem Arillus reden kann oder will, als solchen jenen spiralig gewundenen, accessorisch entstehenden Appendix in der Chalazagegend aufzufassen, zumal da dieser, wie auch Schuchardt selbst angiebt, ein in der Consistenz verschiedener, aber in deutlichem Zusammenhang mit der Raphe stehender Teil derselben ist.

---

1) Schuchardt, Beiträge zur Entwickelungsgeschichte der Samenknospe der Gattung *Tetratheca* Sm. Bot. Ztg. 1854. p. 398 ff.

Celastraceae.

Die Samen von *Evonymus*, *Celastrus*, *Catha*[1]) und anderen hierhergehörigen Gattungen sind von einem lockeren, beerenartigen Sack überkleidet, welcher von der Mikropylengegend ausgeht und nur hier in Zusammenhang mit der Testa steht. Ob dieser als Arillus anzusehende Sack den Samen vollständig oder nur partiell einhüllt, ist variabel und selbst bei den einzelnen Species der Gattung nicht immer constant. An der Außenseite ist er gewöhnlich vielfach hirnartig gefaltet. Bei *Evonymus* und *Celastrus*arten fällt er durch seine lebhafte orange oder hochrote Färbung auf, welche allerdings erst kurz vor der Reife des Samens auftritt, immerhin aber schon zu einer Zeit, wo die Fruchtkapsel noch geschlossen ist. Bei *Catha cassinoides* ist er von weißer Farbe, gleicht im Übrigen, was Entstehung und Structur des Gewebes und äußeren Bau betrifft, vollständig dem von *Evonymus* und *Celastrus*.

Wegen seiner entwickelungsgeschichtlichen Entstehung verdient der Arillus der *Celastraceae* unser besonderes Interesse. Die Zahl und die Art der Anheftung der anatropen Ovula, ob mit Raphe dorsal oder ventral, ob Mikropyle nach aufwärts oder abwärts gerichtet, ist bei den einzelnen Arten und Gattungen verschieden. Bei unseren *Evonymus*arten z. B. befinden sich in jedem Fach des Fruchtknotens in der Regel nur zwei, seitlich nebeneinander angeheftete anatrope Ovula mit ventraler Raphe und nach unten gerichteter Mikropyle (apotrop), ebenso ist dies der Fall bei *Celastrus* und *Catha*; nur bei *Evonymus latifolius* Scop. fand ich, abweichend von dem vorigen, epitrope Ovula mit dorsaler Raphe.

Das Bildungscentrum für den Arillus ist das zwischen dem Exostom und dem Funiculus in unmittelbarer Nähe der Anheftungsstelle des Ovulums gelegene parenchymatische Gewebe. Hier macht sich schon sehr früh eine Oberflächenanschwellung bemerkbar, welche weiter um sich greift und zwar nach zwei Seiten, auf der einen nach dem Hilus, auf der anderen zunächst nach der ihr benachbarten Hälfte des Exostoms zu. An medianen Längsschnitten durch weiter vorgeschrittene Stadien des Ovulums tritt dies deutlicher hervor, weil hier die eine unmittelbar am Hilus gelegene Partie des Exostoms eine stärkere Verdickung zeigt als die gegenüberliegende, dem Funiculus abgekehrte Exostomhälfte. Die letztere verdickt sich erst später, so dass die Anlage des Arillus körperlich nunmehr einer ∞, also einem zweifachen Ringwall zu vergleichen ist, dessen Ränder dann allmählich auswachsen zu einem mützenartigen, der Chalaza zustrebenden,

[1]) Die Samen dieser bei Bentham und Hooker als morphotypisch angeführten Gattung (*C. edulis* Vahl) werden auch in anderen Handbüchern als »alata« bezeichnet. Bei den mir aus dem hiesigen botan. Garten zur Untersuchung überlassenen reifen und als von *C cassinoides* (Autor?) herrührend bezeichneten Fruchtkapseln trugen die Samen am Mikropylenende einen weißen, mit hirnartigen Windungen versehenen Arillus, welcher den Samen etwa zur Hälfte einhüllte.

am Exostom durchbrochenen Gebilde. Das Gewebe dieses Sackes stellt, wenn es das sich mittlerweile zum Samen differenzierende Ovulum etwa halb umhüllt hat, bei einigen *Evonymus*arten, z. B. *E. verrucosus* Scop. und *Catha cassinoides* sein weiteres Wachstum in der Längsrichtung des Samens ein; bei anderen Arten, wie *E. europaeus* L., *E. atropurpureus* Jacq., *E. latifolius* Scop., *Celastrus scandens* L., *C. alatus* Thbg. (*E. alatus* C. Koch.) wächst die Hülle weiter, überzieht die ganze Samenoberfläche und legt sich an der Chalaza lappig übereinander.

Vergleichen wir nun die beobachtete Entstehungsweise mit den diesbezüglichen Angaben in der Arbeit von Planchon. Derselbe bezeichnet bekanntlich dies Gebilde als falschen Arillus, als Arillodium, weil er in ihm eine typische Wucherung des Exostomrandes zu sehen glaubte. Wenn dem wirklich so wäre, d. h. Teile des Gewebes der Raphe an seiner Bildung in keiner Weise beteiligt wären, so müsste der Arillus an seiner Ursprungsstelle zwei Durchbrechungen zeigen, eine, welche der Mikropyle entspricht, und eine, durch welche der Nabelstrang ginge. Dies ist nun keineswegs der Fall. Planchon selbst sagt an der betreffenden Stelle: »En disant que ce dernier sac procède uniquement de l'exostome, peut-être ai-je un peu sacrifié l'exactitude à la clarté. Comme l'ombilic, en effet, est très voisin du micropyle, l'expansion arilliforme partant des bords de ce dernier devrait rencontrer dans le funicule un obstacle à son extension et offrir une solution de continuité; mais c'est là, au contraire, que l'expansion est la plus épaisse, et même elle adhère avec la base du raphé sur une partie de sa longueur, de manière q'uelle semble, sur ce point, naître de cette dernière partie. Il faut donc nécessairement, pour expliquer une pareille disposition, admettre une soudure congéniale entre l'expansion et le funicule«. Er giebt hiernach selbst zu, dass die Wucherung nicht alleinig vom Exostomrand entspringt, dass vielmehr neben der Verdickung des Exostoms und, wie er meint, unabhängig von ihr eine Verdickung an der Hilusstelle auftritt, somit für den späteren Mantel zwei getrennte und von einander isolierte Bildungscentren vorhanden seien, welche dann allerdings, wenn sie de facto vorhanden wären, im weiteren Verlauf des Wachstums sich berühren und eine Naht bilden müssten. Dass dies aber in Wirklichkeit nicht der Fall ist, glaube ich auf Grund meiner Untersuchungen, die sich auf alle Stadien der Entwickelung erstreckten, mit ziemlicher Bestimmtheit behaupten zu können. Auch lässt sich selbst an medianen Längsschnitten durch reifere Stadien der Entwickelung an der fraglichen Stelle des Ovulums oder jungen Samens keine Spur irgend welcher Naht nachweisen, das Gewebe bildet vielmehr an der betreffenden Stelle ein vollständig einheitliches Ganze. Endlich ist die Annahme, dass etwa eine Verschmelzung resp. Verwachsung der beiderseitigen Zellenelemente stattgefunden haben kann, aus dem Grunde nicht gut annehmbar, weil das Gewebe sowohl am Exostom als am Hilus während der Entwickelungsstadien, die allein hier in Betracht

kommen können, schon derartig differenziert ist, dass eine Verschmelzung ohne nachweisbare Naht ausgeschlossen ist.

Die Bildungsweise der Celastraceen-Arillen stimmt somit in allen Punkten mit der von Baillon für den Macis von *Myristica* nachgewiesenen überein, dessen Entstehungsweise von Planchon ja auch als identisch mit *Evonymus* etc. bezeichnet wurde. Von seinem Typus der Arillodien bleiben daher nur die von ihm als »falsche Testa«, auch als Carunkeln benannten Arillargebilde der *Euphorbiaceae*, *Polygalaceae* etc. übrig; diese kommen allerdings, wie man sich leicht überzeugen kann, durch eine Verdickung und Wucherung des Exostoms zu Stande.

Alle untersuchten Arten zeigten parenchymatische Structur des Gewebes; in dem epidermalen Teil, an der Innen- und Außenseite des Sackes sind die Zellen radial angeordnet, an den Außenwänden meist gewellt, zeigen aber niemals die durch die Wellung der Wände oft bedingte Tüpfelung der Zellenaußenwand. Im mittleren Teile sind die Zellen untereinander in der Regel sternartig verbunden, wie dies beim Schwammparenchym gewöhnlich der Fall ist, so dass also große Intercellularräume zwischen ihnen bleiben.

Der Inhalt der Zellen zeigt außer gewöhnlichem Plasma der Hauptsache nach ein farbloses oder schwach gelbliches Öl, welches in kaltem Alkohol unlöslich, durch Benzol etc. aber extrahiert werden kann. Eben dieses fette Öl scheint es auch zu sein, welches bei *Catha cassinoides* hauptsächlich in Gemeinschaft mit den lufterfüllten Intercellularen des Gewebes die blendend weiße Farbe des Arillus hervorruft. Die Rotfärbung bei *Evonymus*- und *Celastrus*arten wird durch einen orangegelben bis hochroten krystallinischen Farbstoff bedingt. Fertigt man feine Schnitte durch das Gewebe in irgend einer Richtung, so findet man im mikroskopischen Bilde die Zellen vollgepfropft von meist langgestreckten, spindelförmigen Gebilden, welche entweder in Bündeln ähnlich den Raphiden angeordnet sind oder regellos durcheinander liegen; in den epidermalen Teilen sind sie oft strahlig um den Zellkern angeordnet, so dass Bilder wie bei der Kernteilung zu Stande kommen. Bei Zusatz von wässriger Jodlösung färben sich die Nadeln spangrün. Behandelt man das Präparat mit absolutem Alkohol, so wird der in den Spindeln enthaltene Farbstoff allmählich gelöst und zum Teil von den in den Zellen vorhandenen, an sich farblosen Öltröpfchen gespeichert. Bei längerer Einwirkung des Alkohols erbleichen die Spindeln vollständig und zerfallen dann in eine unregelmäßige, granulierte Masse, welche auch noch nach Extrahierung des Öls durch Benzol vorhanden ist und bei Zusatz von Jod gelbe bis braune Färbung annimmt.

Connaraceae.

Von den in Bentham und Hooker's Genera plantarum aufgezählten zwölf Arten lagen zur Untersuchung vor: *Connarus*, *Rourea*, *Cnestis* und *Manotes*; die Früchte waren in Alkohol conserviert.

Wie bekannt ist, gelangt von den beiden, atropen, sitzenden oder der Placenta seitlich angehefteten hemitropen Samenanlagen in der Regel nur eine zur weiteren Ausbildung. Ein eigentlicher Funiculus ist nicht vorhanden; das in die Samenanlage mündende placentare Gefäßbündel verläuft mit einem Hauptast noch eine Strecke weit nach der Mikropylargegend zu, während kleinere Nebenäste das Gewebe des Samengrundes und der gleich zu besprechenden Arillarbildung netzadrig durchziehen. An den Samen von *Connarus*, *Cnestis*, *Rourea* und wohl der meisten hierher zu rechnenden Gattungen kommen in der Chalazagegend Arillarbildungen vor, welche man in der Litteratur als »Strophiolae« bezeichnet hat. Die Samen von *Cnestis* werden gewöhnlich (auch bei Endlicher und Bentham und Hooker) als »exarillata« aufgeführt, doch scheint diese Angabe, wenigstens für die mir vorliegenden Arten *C. grisea* Bak. und *C. corniculata* Lam. nicht zutreffend zu sein. *Manotes* dagegen hat, ähnlich den *Magnolia*samen, unter einer gleichmäßig differenzierten beerenartigen Samenoberhaut eine harte Schale; die erstere würde nach Baillon'scher Terminologie als »arille généralisé« zu bezeichnen sein. Vom morphologischen Standpunkt aus betrachtet kann, wie bereits in der Einleitung hervorgehoben wurde, dieselbe nicht gut als Arillus angesprochen werden. Wegen der eigenartigen Differenzierung des Gewebes und seiner Zellinhaltsbestandteile werden wir unten mit einigen Worten auf sie zurückkommen.

Bei *Connarus ferrugineus* Jack., *Cnestis grisea* Bak., *Cn. corniculata* Lam. u. a. erscheint der Arillus am reifen Samen als glandulöse, caruncula-ähnliche Aussackung an der Basis des Samens. Er kommt wie in vielen anderen Fällen durch wiederholte Zellteilung des äußeren Integumentes in radialer Richtung zu Stande; während die übrigen Partien der Integumente sich zur Testa differenzieren, behält diese locale Wucherung an der Chalaza ihre beerenartig-pulpöse Consistenz. Der Hilus selbst wird nicht oder nur selten in den Bereich der Wucherung gezogen; in der Regel wird nur die von der Eintrittsstelle des placentaren Gefäßbündels in den Samen, vom seitlich gelegenen Hilus nach unten zu liegende Partie fleischig. Der Arillus bildet daher auch an dieser Stelle querdurchschnitten nicht einen geschlossenen Kreis, letzterer wird vielmehr durch den Hilus und das eintretende Gefäßbündel durchbrochen. Bei *Connarus ferrugineus* Jack. ist der Arillus von rötlicher, ockerähnlicher, bei den beiden *Cnestis*arten von weißer Farbe. Bei *Rourea lucida* ist er gleichfalls rot gefärbt, weicht aber seinem äußeren Bau nach von den vorerwähnten ab. Hier tritt er anfänglich zwar auch in Form eines um die Basis der sitzenden Samenanlage

verlaufenden Ringwalles auf, stellt aber sein weiteres Wachstum, wie es bei *Connarus* und *Cnestis* der Fall ist, noch nicht ein, wenn seine Längenausdehnung etwa der halben Länge des Samens entspricht. Der freie, nach der Samenspitze zu gelegene Rand des Ringwulstes wächst nach oben zu aus, so dass der reife Same von einem ihn meist vollständig einschließenden und am oberen Ende sich klappig übereinander faltenden Mantel umgeben ist, der nur an seiner Ursprungsstelle mit dem Samen verwachsen ist; Gefäßbündelverzweigungen kommen in ihm nicht vor. Die rote Farbe wird in diesem Falle durch einen im Zellsaft gelösten Farbstoffkörper bedingt. Schon makroskopisch fällt es auf, dass das Gewebe nicht in allen seinen Teilen gleichmäßig gefärbt erscheint; hellere, farblose Partien wechseln mit rotgefärbten ab, so dass das Gewebe etwa das Aussehen eines polierten Holzstückes hat. Quer- oder Längsschnitte zeigen im mikroskopischen Bilde, dass neben kleineren Zellen mit wasserklarem Inhalt solche mit gefärbtem Zellsaft auftreten; die letzteren fallen auch schon durch ihre Größe auf, denn sie sind in der Regel doppelt so breit und 8—10mal so lang als die farblosen. Außerdem sind sie meist regelmäßig angeordnet, sie bilden lange Reihen, welche, von den Ausläufern des placentaren Gefäßbündels entspringend, das übrige Zellnetz bis zur Epidermis heran netzadrig durchziehen. Beide Arten von Zellen sind dünnwandig und tragen parenchymatischen Charakter (Fig. 3).

Ein ganz besonderes Interesse gewinnen die Connaraceen-Arillen durch ihren ungemein reichen Gehalt an einem in die Klasse der Gerbstoffe gehörigen Körper. Derselbe ist gelöst im Zellsaft und zwar ausschließlich nur im Inhalt der eben erwähnten großlumigen, gefärbten Zellen; in den farblosen konnte er niemals nachgewiesen werden. Der Inhalt der großen Zellen ist bei Alkoholmaterial gewöhnlich ockerartig, hellrot gefärbt, nimmt aber, namentlich wenn man vor der Anfertigung von Schnitten kleinere Gewebestücke etwa 24 Stunden der Einwirkung von Kaliumbichromatlösung ausgesetzt hat, eine dunklere, braunrote Färbung an. Da jedoch diese Farbenänderung immerhin keine allzu auffallende ist und man sonach Bedenken tragen könnte, auf Grund dieser einen Reaction allein Gerbstoff als Inhaltsbestandteil anzunehmen, so wurden zur Gegenprobe Schnitte in der bekannten Weise mit Eisenchloridlösung behandelt. Die hierdurch auftretende intensive blauschwarze Färbung des Inhalts ließ jeden Zweifel schwinden, dass hier ein Gerbstoff und zwar ein eisenbläuender vorliegt. Im Arillus von *Cnestis grisea* Bak., der, wie bereits erwähnt, nicht gefärbt ist, kommen Gerbstoff führende Zellen zwar auch vor, doch nur in unmittelbarer Nähe des Gefäßbündels, ganz ähnlich wie bei anderen pflanzlichen Organen, wo Gerbstoffschläuche häufig Begleiter der Gefäßbündel sind. Die Zellen der eigentlichen Aussackung enthalten der Hauptsache nach plasmatische Substanzen, kleine Leucoplasten und etwas Stärke. Bemerkt sei noch, dass bei den *Connaraceae* Gerbstoff nicht allein im Gewebe

der Arillen auftritt, sondern auch in den übrigen Samenteilen, freilich nicht in so reichlicher Menge wie gerade in jenen.

Bei *Manotes Griffoniana* Baill. wird der Keimling von einem hornartigen, nebenbei den Schutz des Embryos übernehmenden Eiweiß umgeben. Die das letztere überkleidende Samenoberhaut setzt sich aus drei verschiedenartig differenzierten Schichten zusammen. Dem Nährgewebe am nächsten liegt eine etwa 80 mik. breite Palissadenschicht mit porösen Zellwänden. Auf sie folgt eine ca. 0,6 mm starke, im Mittel aus 8 Zelllagen bestehende Gewebepartie; ihr sind große, dünnwandige, parenchymatische Zellen eigen, welche regellos angeordnet sind und große Intercellularen zwischen sich lassen; auch finden sich, namentlich an der Grenze zwischen dieser und der äußersten Schicht kleinere Zweige des placentaren Gefäßbündels. Im Inhalt der Zellen der mittleren Schicht, welche schon makroskopisch durch ihre rostbraune Färbung auffällt, ist Gerbstoff in sehr reichlicher Menge in gelöster Form enthalten und zwar, wie sich bei Behandlung der Schnitte mit $Fe_2\ Cl_6$-Lösung zeigte, ein eisengrünender Gerbstoffkörper. Die letzte, zu äußerst gelegene, weißlich gefärbte Partie, etwa 280 mik. breit und aus ungefähr 5—6 Zelllagen bestehend, hat minimal verdickte, polygonale Zellen mit nur kleinen Intercellularen. Ihre Zellen sind vollgepfropft von Stärke und einer fettreichen Grundsubstanz. Da unter den Stärkekörnern, welche in der Regel von rundlich-kugeliger Form sind, auch viele mit mehr länglich-gestreckter, stäbchenförmiger Gestalt vorkommen, war die Vermutung naheliegend, dass man es hier möglicherweise gleichfalls mit Amylodextrinstärke zu thun haben könne, ähnlich wie im Macis von *Myristica*. Setzt man nun Jodlösung zu einem Schnitt, dann erhält man, namentlich an dickeren Stellen, nicht das typische Blau der Stärkekörner, sondern eine Mischfarbe zwischen violett und braunrot, so dass man auf Grund dieses sowie des vorigen Umstandes im ersten Augenblick wirklich Amylodextrinstärke als Inhaltsbestandteil anzunehmen geneigt wäre; bei näherer Betrachtung erweist sich jedoch eine derartige Annahme als irrig. Die an das Rot der Amylodextrinstärke erinnernde Mischfarbe wird einfach durch ein Zusammenwirken der gefärbten Stärke und der mit ihr gemeinsam auftretenden, durch Jod gelbbraun gefärbten plasmatischen Grundsubstanz hervorgerufen; an dünnen Schnittstellen, wo ein Teil der Körner aus dem Lumen gerissen worden ist, kann man deutlich neben den typisch gefärbten Stärkekörnern gelbbraun erscheinende Plasmagebilde erkennen.

An den Samen der vorliegenden *Manotes*art war noch das Eine auffallend, dass auf der dem Hilus abgekehrten Seite von der Basis nach der Spitze zu regelmäßig eine rostbraune, nervartige Linie verlief, die schon um deswillen in die Augen springt, als die übrigen von ihr nicht berührten Teile der peripherischen Schicht der Samenoberhaut von weißgelber Farbe sind. Diese Linie kommt dadurch zu Wege, dass die den Gerbstoff

enthaltende und rostbraun gefärbte Gewebepartie die stärkeführende Außenschicht an dieser Stelle durchbricht und bis zur Epidermis herantritt.

Leider lag keinerlei Material von Entwickelungsstadien dieser interessanten Samen vor, welches darüber hätte Aufschluss geben können, wie im Gewebe ihrer Samenhaut jene scharfe und charakteristische Sonderung namentlich zwischen der Gerbstoff führenden und der Stärke führenden Schicht hervorgerufen wird.

Leguminosae.

Was zunächst das Vorkommen von Arillargebilden betrifft, so ist vorauszuschicken, dass dasselbe bei keiner Familie ein so wechselndes ist, wie bei dieser. Von den elf in Bentham und Hooker's »Gen. plant.« aufgeführten Tribus der *Papilionatae* haben 3, die *Trifolieae*, *Loteae* und *Dalbergieae*, niemals einen Arillus, die *Vicieae* dagegen, von *Abrus* abgesehen, stets; unter den übrigen Tribus kommt er einigen Gattungen zu, den meisten fehlt er. Die *Caesalpinioideae* ermangeln eines Arillus constant in den Abteilungen der *Eucaesalpinioideae*, *Bauhinieae* und *Dimorphandreae*; der Rest von 4 Tribus mit 44 Gattungen zeigt ihn nur bei 8 der letzteren. Von den *Mimoseae* mit 5 Tribus kommen eigentlich nur die *Acacieae* in Betracht; *Parkieae* und *Eumimoseae* lassen ihn ganz vermissen, bei den übrigen ist sein Auftreten unbestimmt.

Dieser Inconstanz im Vorkommen gegenüber ist morphologischer Wert, anatomischer Bau und physiologische Function aller innerhalb der Familie namhaft zu machenden Samenanhangsgebilde außerordentlich übereinstimmend. Wir haben es in allen Fällen mit typischen Funiculararillen zu thun, und zwar ist die Hypertrophie des Funiculus entweder einseitig auf den meist langgestreckten Hilus beschränkt, hat mit anderen Worten lineale Gestalt, oder sie wird durch Überwachsen des Hilusrandes mehr hüllenartig. Im letzteren Falle verbleiben die betreffenden Gebilde am reifen Samen, im ersteren dagegen bleiben sie an den Placenten, so dass die Samen ohne Anhang glatt aus der Hülse fallen und nur der langgezogene Nabelfleck auf eine frühere Funicularwucherung hinweist. Bezüglich der Histologie der hier zu besprechenden Gebilde sei im Voraus bemerkt, dass ihr Gewebe im Allgemeinen keine Besonderheiten bietet; in der Mehrzahl der Fälle handelt es sich um parenchymatisches Gewebe, dessen Zellen die gewöhnlichen Inhaltsbestandteile, wie Proteïnstoffe, Stärke u. s. w. enthalten.

Nach allem kann man die Arillargebilde der Leguminosen unter zwei Typen bringen. Der erste Typus würde solche umfassen, welche bei der Samenreife am Funiculus resp. den Placenten bleiben; lineale, einseitige Arillen, welche den Samen in der Hülse wulst- oder bandartig an seiner Peripherie umspannen und die Mikropyle stets unbedeckt lassen. Hierher wären *Vicieae, Galegeae*, *Acacieae* etc. zu rechnen. Der zweite Typus wäre

charakterisiert durch hüllenartige, am Samen verbleibende Gebilde, welche äußerlich auch zuweilen einer Caruncula ähneln, von dieser aber entwickelungsgeschichtlich leicht zu unterscheiden sind; ihm würden die bei vielen *Cytisus*arten, einigen tropischen *Phaseoleae* und *Caesalpinioideae* vorkommenden Bildungen entsprechen. Es bedarf wohl kaum besonderer Erwähnung, dass keineswegs alle Arillusbildungen der Leguminosen vollkommen dem einen oder anderen Typus entsprechen, dass vielmehr zwischen beiden alle möglichen Übergänge vorkommen.

Typus I.

Pisum. Hier tritt uns der einfachste Fall einer Funicularwucherung entgegen, dieselbe verdient wohl kaum den Namen Arillus, vielmehr kann sie als eine Übergangsform von Leguminosen ohne Arillen zu solchen mit Arillen betrachtet werden. Immerhin zeigt auch sie das später zu besprechende physiologische Verhalten wie die übrigen *Vicieae.* Bei *Pisum sativum* L. hat der Funiculus die Form eines Kegels, der mit seiner Basis dem Nabel aufsitzt, dabei die Mikropyle unbedeckt lässt; das Gefäßbündel verläuft auf der ihr abgekehrten Seite des Samenträgers und tritt ihr gegenüber in den Samen ein. Um den kreisförmigen Hilus ist der Funiculus mehr oder weniger wulstartig erweitert, ohne dass diese Funicularerweiterung den Rand des Hilus übergreift. Das Gewebe derselben trägt parenchymatischen Charakter. Es lassen sich zwei Partien unterscheiden: eine innere, centrale aus rundlichen, dünnwandigen Zellen, zwischen denen größere Intercellularen bleiben, und eine peripherische, aus 2—3 Zelllagen bestehende mit collenchymatisch verdickten Zellen, deren Wände Poren zeigen, wie sie dem Endosperm mancher Samen eigentümlich sind. Diese trichterförmigen Erweiterungen sind jedoch nur an frisch bereiteten Schnitten zu erkennen, da später Quellungen eintreten, die sie undeutlich machen. Neben dem gewöhnlichen plasmatischen Inhalt kommen in den Zellen beider Schichten Stärkekörnchen in ziemlich beträchtlicher Menge vor; in den Zellen der Randpartie außerdem, besonders in jugendlichen Entwickelungsstadien ab und zu Chlorophyllkörner.

Galega. Bei einigen Arten dieser Gattung, z. B. der bei uns cultivierten *G. officinalis* L., findet sich ein ähnlich gebauter Funiculus wie bei *Pisum*arten, also von langer, fadenförmiger Gestalt, der sich an der Stelle, wo er dem Hilus aufsitzt, keulenförmig verbreitert, so dass er äußerlich an dieser Stelle die Form eines Schwammes hat. In seinem anatomischen Bau weicht das Gebilde von dem eben besprochenen nur insoweit ab, als bei ihm keinerlei Zellwandverdickungen auftreten. Die Inhaltsbestandteile sind die nämlichen wie bei *Pisum.*

Lathyrus. Die Arillarbildung, wie sie für die verschiedenen Arten dieser Gattung charakteristisch ist, bildet den besten Repräsentant für den von uns aufgestellten ersten Typus. Wir sehen hier eine lineale, an den

Rändern wenig gefaltete Gewebepartie, welche die Peripherie des Samens ungefähr zur Hälfte sichelartig umspannt. Das ganze Gebilde besteht aus zwei ungleichen Hälften. Die größere wird am alleräußersten Rande von dem Gefäßbündel des Funiculus durchzogen; die zweite, etwas kürzere steigt bis unmittelbar zur Mikropyle an, lässt diese aber unbedeckt, sodass letztere und die Eintrittsstelle des Gefäßbündels sich diametral gegenüber zu liegen kommen. Verfolgt man die entwickelungsgeschichtliche Entstehung des in Rede stehenden Gebildes, so ergiebt sich, dass dasselbe durch Auswachsen eines Teiles des Funiculus hervorgerufen wird. Durchschneidet man nämlich kurz nach der Blütezeit den Fruchtknoten in medianer Längsrichtung, so kann man an dem einzelnen anatropen Ovulum den Eikern und die ihn umgebende eine Eihaut deutlich erkennen; der Funiculus besteht an seinem Fußteil aus 12—15 Zellreihen. In dem Teil nun, in welchem das im wesentlichen aus kleinen Tracheiden bestehende Gefäßbündel verläuft, ist die Epidermis bereits scharf abgegrenzt gegen das innen liegende Parenchymgewebe. Die zweite nach der Mikropyle zu gelegene Hälfte entsteht erst durch ein nachträgliches Auswachsen der Basis des Funiculus, und zwar geschieht dies parallel zur Placenta durch radiale und tangentiale Zellteilungen. Auf diese Weise ruht das Ovulum resp. der Same wie auf einem sichelartigen, wulstförmigen Polster. Die aus 2—3 Zellreihen bestehende radial angeordnete Randpartie des fertigen Organs besitzt besonders an der Außenseite starke Zellwandverdickungen; sonst ist das Gewebe zartwandig und besitzt große Intercellularräume zwischen den sternartig aneinanderstoßenden Zellen. Die Länge des ganzen Funiculararillus richtet sich nach der Größe der Samen; bei unseren einheimischen Arten beträgt dieselbe etwas mehr als der halbe Samenumfang.

Vicia schließt sich betreffs der Hypertrophie des Funiculus eng an *Lathyrus* an. Auch hier wird die Peripherie des Samens auf eine gewisse Strecke von einem linealen, wulstigen Polster umspannt, welches an der der Samentesta unmittelbar anliegenden Seite aus dünnwandigem, in dem übrigen Teil aus mehr verdicktem Parenchym besteht; so stark ausgeprägte Wandpartien, wie sie sich in der Randpartie des Arillus von *Lathyrus*arten zeigen, kommen allerdings nicht vor. Proteïnsubstanzen, Stärke und in jugendlichen Stadien Chlorophyllkörner bilden die wesentlichen Zellinhaltsbestandteile.

Tropische Leguminosen zeichnen sich durch ganz besonders große Funicularerweiterungen aus. Bei ihnen ähnelt das betreffende Gebilde oft einer Raupe, welche den Samen an seiner Kantenseite lineal umspannt. So namentlich bei den Samen von *Mucuna urens* DC., bei welchen der Arillus zwei Drittel u. m. der Peripherie umfasst. Die Mikropyle bleibt wie bei den vorherbesprochenen zwar auch frei, liegt aber der Mündung des placentaren Gefäßbündels bedeutend näher wie bei ihnen. Ähnliche Funiculararillen finden sich bei *Mucuna cyanospermum* K. Sch., *M. mollis* DC., *Dioclea*

reflexa Hook. u. a. Bei allen ist das Gewebe der Hauptsache nach dünnwandiges Parenchym. Das Gefäßbündel verläuft am äußersten Rande der einen der Mikropyle abgekehrten Hälfte des Gebildes; in der anderen kommen ebensowenig wie bei den vorhergehenden Arten Zweige des Gefäßstranges vor. Zu erwähnen bleibt noch, dass bei einigen *Mucuna*arten, wie *M. pruriens* DC., ein linealer Arillus nicht vorkommt, dass denselben vielmehr ein vollkommen dem zweiten Typus entsprechendes Gebilde eigen ist.

Überblicken wir nochmals in Kürze die zu unserem ersten Typus gehörigen Arillarbildungen. Bis auf die als Übergangsform zu betrachtenden Funicularerweiterungen von *Pisum* und *Galega* liegen Gebilde vor, die ihrer entwickelungsgeschichtlichen Entstehung nach als »lineale Funiculararillen« zu bezeichnen sind. Sie bestehen regelmäßig aus zwei Hälften, von denen die eine längere bereits an dem jungen Ovulum als eigentlicher Funiculus erkennbar ist; in ihr verläuft auch am äußersten Rande das Gefäßbündel. Die kürzere zweite Hälfte wird erst später durch Auswachsen des basalen, an der Placenta gelegenen Funiculusteiles angelegt. Sie alle umfassen den Samen an seiner Kantenseite als lineales, raupenartiges Polster auf eine mehr oder weniger große Strecke, lassen die Mikropyle dabei aber stets unbedeckt. Die dem Nabelfleck anliegende Partie des Gewebes setzt sich in allen Fällen aus dünnwandigen Elementen zusammen, während die Randschicht gewöhnlich stärkere Zellwandungen aufweist. Endlich — und dies dürfte die hierhergehörigen Vertreter in hauptsächlichen Gegensatz zu denjenigen des zweiten Typus bringen — trennen sie sich sämtlich bei der Samenreife ihrer ganzen Länge nach vom Samen los, bleiben an der Placenta haften, so dass bloß der lange, lineale Hilus am reifen Samen auf eine hypertrophische Funicularbildung hinweist.

Als Anhang zu dem ersten und Übergangsform zu dem zweiten Typus sollen hier die Arillarbildungen, wie sie den Samen der verschiedenen *Acacieae* eigentümlich sind, Erwähnung finden. In ihren sämtlichen Arten zeichnen sich die Samen dieser Gruppe durch einen ungewöhnlich langen, fadenförmigen Funiculus aus. Bei vielen, von denen einige besprochen werden sollen, windet er sich in verschiedener Weise um den Samen herum. Bei den zur Untersuchung vorliegenden Arten, bei welchen von einer Funicularhypertrophie gesprochen werden kann, blieb der Arillus am Samen haften. Bei *Acacia Melanoxylon* R. Br., über deren Samen sich eine kurze Notiz von Hildebrand in den »Berichten der deutschen botanischen Gesellschaft«[1]) befindet, krümmt sich der etwa 5 cm lange Funiculus schlangenförmig so um die Kantenseite des 4 mm langen, nicht ganz 3 mm breiten, glänzend schwarzen Samens, dass man beim ersten Anblick zu der Vermutung kommen kann, der scharfe Rand des eiförmigen Samens gehe

1) l. c. Bd. I. 1883. p. 461.

in einen dunkelfleischfarbenen Flügel über. Wie der Funiculus, der in dieser Form am reifen Samen bleibt, sich allmählich zu dieser Länge und Lagerung um den Samen ausbildet, konnte aus Mangel an entsprechenden Entwickelungsstadien bis jetzt nicht ermittelt werden. In gleicher Weise und in noch viel ausgeprägterem Maße finden sich derartige Hypertrophien bei *A. homomalla* Wendt., *A. homalophylla* Cunn.[1]), *A. Mirbelli* Benth. und *A. cyclops* Cunn. etc., wie ich nachträglich aus einer Sammlung von Acaciensamen der Gärtnerlehranstalt zu Köstritz (Thüringen) ersah.

Während bei den vorgenannten Arten die durch Längenwachstum des Funiculus bewirkte Arillarbildung sich mehrmals lineal um den Rand des Samens schlängelt, windet sich das gleiche Organ, welches ebenfalls am reifen Samen haften bleibt, bei *A. longifolia* W. und *A. verticillata* W. u. a. kreisförmig um die Mikropylengegend des schwarzglänzenden Samens, so dass dieser gleichsam von einem fleischfarbenen, spitzkegelartigen Hute bedeckt erscheint. Bei *A. retinodes* Schlecht. endlich erweitert sich der Funiculus, nachdem er sich in derselben Weise wie bei *A. melanoxylon* R. Br. mehrmals um den Samenrand gewunden hat, an der Eintrittsstelle des Gefäßbündels zu einem keulenförmigen, dreikantigen Gebilde; bei der Samenablösung bleibt dies letztere allein am Samen haften, während der übrige Funiculusteil von ihm abfällt.

Die Structur des Gewebes und der Zellinhalt stimmt bei den genannten Arten ziemlich überein. Das Gefäßbündel verläuft in dem 3—4kantigen Funiculararillus als centraler Strang. Eine aus hochrechteckigen, stark cuticularisierten Zellen bestehende, einschichtige Epidermis umkleidet das innere sternartige Parenchymgewebe. Außer plasmatischer Substanz findet sich regelmäßig ein an diese gebundenes fettes Öl, das durch Benzol u. dgl. extrahiert werden kann. Der dreikantige, keulenförmige, als Arillus am Samen verbleibende Teil bei *A. retinodes* Schlecht. erinnert in seinem histologischen Aufbau an das bei *Vicia* und *Lathyrus* beschriebene Organ; die Zellstructur seines Gewebes wird erst nach Entfernung des fetten Öls durch Lösungsmittel deutlich.

Typus II.

Afzelia Sm. Der fleischfarbene bis rosenrote Arillus umhüllt hier etwa ein Drittel des 2—2,5 cm langen schwarzen Samens nach Art einer Cupula. Er ist ein typischer, becherförmiger Funiculararillus, welcher den reifen Samen um den Hilus herum bekleidet; die Mikropyle wird von ihm bedeckt. Die Bildungsweise desselben konnte in diesem Falle nicht genau verfolgt werden, da nur reife Samen und einige Knospen zur Untersuchung vorlagen. Gleichwohl dürfte die Annahme nicht unberechtigt sein, dass

1) cfr. auch Irv. Lynch: Pods of *A. homalophylla*. Journ. of Bot. N. Ser. IX. 1880. p. 127.

dies Organ analog den übrigen Arillarbildungen dieses Typus, namentlich der von *Genista*- und *Cytisus*arten an dem anatropen Ovulum aus einer ringwallartigen, wulstigen Verdickung des Samenträgers um den Hilus herum entsteht, welche dann späterhin den reifen Samen an seiner Spitze hüllenartig umgiebt. Im trockenen Zustand hat der Arillus, wie gesagt, fleischfarbenes bis rosarotes Aussehen, ist von ziemlich derber, seifenartiger Consistenz und nicht zerschlitzt am freien Rande. Sein Gewebe lässt zwei verschieden differenzierte Partien erkennen, welche sich schon makroskopisch einigermaßen unterscheiden lassen. Durchschneidet man den Arillus in der Quer- oder Längsrichtung, so sieht man eine äußere und innere, dem Samen anliegende epidermale Schicht, welche gelblich gefärbt ist; zwischen beiden liegt eine innere poröse und weißgefärbte Gewebepartie. Diese letztere, im oberen Teil des Arillus nur spärlich auftretende Schicht nimmt nach der Basis an Ausdehnung zu und ist an der Stelle, wo der Zusammenhang zwischen Arillus und Samen besteht, am stärksten entwickelt, ein Umstand, welcher im Einklang mit der Function dieses Organs bei der Samenablösung steht. Diese Partie des Gewebes stellt nämlich ihr Wachstum eher ein als die peripherischen Schichten, und in Folge dessen collabiert sie sehr bald, sodass ein Hohlraum oder »Porus«, wie ihn Bachmann bei dem gleichen Gebilde von *Sarothamnus* nennt, zu Stande kommt, der auch am reifen Samen als unregelmäßige, mehr oder weniger kreisförmige Durchbrechung zu erkennen ist, gerade an der Stelle, wo bei der Reife der Zusammenhang zwischen Samen und Placenta gelöst wird.

Bei mikroskopischer Betrachtung erhellt nun, dass die peripherische, gelblich gefärbte Randpartie aus isodiametrischen Zellen mit nur kleinen Interstitien gebildet wird. Ihre Wandungen sind im Verhältnis zu denen der mittleren Gewebepartie stark verdickt, vor allem an den Zellkanten. Erfüllt sind die Zellen von einer feinkörnigen Plasmamasse und einem gelblichen fetten Öl; das letztere ist in solcher Menge gespeichert, dass man, um die Structur des Zellnetzes deutlich hervortreten zu lassen, erst dies Öl lösende Reagentien anwenden muss. Der restierende Zellinhalt stellt eine feingranulierte Masse dar, die bei Behandlung mit Jod die bekannte, auf plasmatische Substanz deutende Reaction aufweist. Die naheliegende Vermutung, dass namentlich in der peripherischen Gewebepartie Amylodextrinstärke, wie im Macis der Muscatnuss vorhanden sein könne, bestätigte sich bei der mikrochemischen Untersuchung nicht. Das zwischen der beiderseitigen epidermalen Partie gelegene dünnwandige, farblose Gewebe besitzt große, rundliche Zellen, die als wesentlichen Inhalt Stärkekörnchen in geringer Menge führen, niemals aber fettreiche Plasmamasse.

In der eben geschilderten Weise kommt der Arillus vor bei *A. Petersiana* Klotzsch, *A. africana* Sm. u. a.; bei einigen Arten tritt die Arillarbildung nicht in solch ausgedehntem Maße auf. Von deren näherer

Beschreibung müssen wir jedoch vorläufig absehen, da das Untersuchungsmaterial teils schlecht war, teils ungenau bestimmt zu sein schien.

Pahudia javanica Miq. Ihre Samen haben einen beerenartigen Arillus von prachtvoller, hochroter Farbe, welche noch besonders durch den schwarzen Samenuntergrund erhöht wird. Er überkleidet die Oberfläche des Samens nicht vollständig, sondern lässt, da er aus zwei der Vorder- und Rückenseite des abgeplatteten Samens anliegenden zungenförmigen Lappen besteht, die Kantenseite des Samens unbedeckt. Seiner Entstehung nach ist er gleichfalls ein typischer Funiculararillus, der zuerst als ringförmiger Gewebewall um den späteren Hilus auftritt und dann später durch ungleichmäßiges Auswachsen des oberen Randes zweilappig wird. Sein Gewebe besitzt stärkeführende, parenchymatische Elemente, die von einer zwei- auch mehrschichtigen, den roten, an Plasma gebundenen Farbstoff und fettes Öl enthaltenden epidermalen Partie umgrenzt werden. Die polyedrischen Zellen der letzteren zeigen in den Ecken sehr schön und stark ausgebildete collenchymatische Verdickungen.

Copaifera. Die Samen dieser Gattung werden gleichfalls von einem beerenartigen Funiculararillus zum größten Teil becherförmig umschlossen. Da sich im Berliner botanischen Museum nur eine einzige Frucht von *C. Langsdorfii* Desf. befindet und diese als Unicum nicht gut zur anatomischen Untersuchung zur Verfügung gestellt werden konnte, musste ich mich auf eine bloß äußerliche Betrachtung beschränken. In der 3 cm langen, 2 cm breiten Hülse sitzt an der Bauchseite ein einziger schwarzer Samen, der an seiner Spitze von dem rotgefärbten, vom Funiculus ausgehenden Arillus eingehüllt wird. Das Gewebe scheint ganz analog dem von *Pahudia*arten ausgebildet zu sein, im Innern ein Schwammparenchym, umgeben von einer den Farbstoff führenden, peripherischen Schicht.

Pithecolobium (*P. Unguis cati* Benth.), zur Gruppe der *Ingeae* gehörig, unterscheidet sich betreffs der Beschaffenheit seines Arillus von den bisher erwähnten in mancherlei Punkten. In den Hülsen sind gewöhnlich 2—3 Samen ausgebildet, welche von braunschwarzer Farbe sind und an ihrem an der Mikropyle gelegenen Ende von einem im Verhältnis zur Größe des Samens mächtig entwickelten saftigen Arillus etwa zur Hälfte eingehüllt werden. Derselbe besaß am Untersuchungsmaterial, welches in Alkohol conserviert war, fleischfarbenes Aussehen, dürfte aber im frischen Zustand wohl lebhafter gefärbt sein. Seiner Entstehung nach ist er gleichfalls als Funiculararillus zu bezeichnen. Er bleibt nicht wie das analoge cupulaartige Gebilde bei *Afzelia* in seinem ganzen Umfang geschlossen, sondern teilt sich in 4—6 mehrfach gefaltete Lappen, die allerdings um den Hilus herum zu einem kappenartigen Gebilde zusammenschließen. Das Gewebe ist ein gewöhnliches, in allen Teilen des Arillus gleichmäßig ausgebildetes Parenchym. An den in den Zellen neben dem gewöhnlichen Zellsaft und zwar in ziemlich beträchtlicher Menge vorkommenden Stärkekörnern ist

der Stärkebildner stets deutlich erkennbar; fettes Öl oder sonstige Zellinhaltskörper kommen nicht vor. Anatomisch merkwürdig ist das Gewebe gegenüber demjenigen der meisten Arillen insofern, als es sich nicht bloß aus Zellen zusammensetzt, sondern von Teilen des placentaren Gefäßbündels durchzogen wird. Das letztere teilt sich nämlich vor seinem Eintritt in den Samen in mehrere Zweige, von denen der stärkste in den Samen mündet, während kleinere Seitenäste die einzelnen Lappen des Arillus in ihrer ganzen Länge und Breite durchziehen. Ich hebe dies um deswillen hervor, weil, wie gesagt, derartige Verzweigungen des Gefäßbündels in mehrere das Arillargewebe durchzweigende Stränge bei Arillargebilden, selbst typischen Funiculararillen sehr selten vorkommt.

Bei den folgenden hier zu besprechenden *Leguminosae* ist die Bildung und Ausdehnung des Arillus mehr auf die Hilusgegend beschränkt. Die im Jugendzustand des Ovulums als ringförmige Verdickung des Funiculus auftretende Arillarbildung greift auch am reifen Samen nur um ein Geringes über die Ränder des Nabels herüber, bleibt aber bei der Samenablösung als ein den Hilus umziehender Gewebesaum am Samen haften. Während bei den vorhergehenden Arten *Afzelia*, *Pahudia*, *Copaifera*, *Pithecolobium* die Mikropyle stets von der Hypertrophie des Funiculus überdeckt wurde, bleibt sie bei den nachfolgenden immer frei. Äußerlich gleichen die nun folgenden Samenanhänge einer Caruncula und sind auch vielfach als solche beschrieben worden. Von dieser, welche bekanntlich durch eine Verdickung des Exostoms und eine besondere Differenzierung des Gewebes gegenüber den übrigen Samenteilen entsteht, sind sie, wie bereits erwähnt, entwickelungsgeschichtlich ohne Schwierigkeiten zu unterscheiden. Unter diese Kategorie gehören von *Genisteae* hauptsächlich viele *Cytisus*arten und von *Phaseoleae* einige tropische Arten: *Kennedya*, *Hardenbergia* und einige *Canavalia*species.

Kennedya besitzt kleine etwa 1 cm lange und halb so breite bräunliche Samen von der Form unserer *Phaseolus*arten. Während bei den letzteren der Nabelfleck sich bloß als weiße Linie kennzeichnet, haftet hier dem Rande desselben ein aus weißglänzendem, ziemlich consistentem Gewebe bestehender Arillus an, dessen Ränder den Hilus nur wenig übergreifen. Am reifen Samen hat das Gebilde, wenn die Lostrennung vom Funiculus und von der Placenta erfolgt ist, die Gestalt eines flachen Schüsselchens, und zwar wird der lineale Nabelfleck von ihm umzogen in der Form eines etwa 2 mm breiten Saumes, dessen Gewebe an der der Mikropyle abgewandten Seite des Arillus sich zu einer stärkeren Lage erhebt, die sich dann in eine schaufelartige Spitze verlängert und nach einer Wölbung nach aufwärts der Testa anlehnt. Das Arillargewebe stimmt im Wesentlichen mit demjenigen von *Afzelia* überein, ein mehr oder minder stark verdicktes Parenchym, welches nach der Innenseite, wo früher der Zusammenhang mit dem Funiculusgewebe bestand, in eine ganz dünnwandige Schicht übergeht.

Feinkörnige Proteïnsubstanzen und Öltröpfchen besonders in den verdickten Partien des Gewebes bilden den Inhalt der Zellen.

Die Arillen der Samen von *Hardenbergia* (spec. ?), *Canavalia urens* Schwfth., *Mucuna pruriens* DC. und *M. capitata* Wight et Arn. zeigen in ihrer Entstehungsweise, ihrem äußeren Aussehen und dem anatomischen Bau ihres Gewebes dieselben Merkmale wie bei *Kennedya*, so dass von einer eingehenden Besprechung derselben hier wohl abgesehen werden darf.

Auch bezüglich der Arillen der *Cytisus*arten können wir uns kurz fassen. Bachmann giebt in den »Berichten der deutschen botan. Gesellschaft«[1]) eine genauere Beschreibung über die Beschaffenheit und die Biologie des Arillus von *Sarothamnus scoparius* Koch, *Cytisus austriaticus* L. und dessen Varietät *leucanthus* W. K. Ich wählte, um seine bezüglichen Angaben auf ihre Richtigkeit zu prüfen, zur Untersuchung *C. hirsutus* L. und *C. Rochelia* Wierz; auf Grund der bei ihnen gefundenen Ergebnisse kann ich die Angaben Bachmann's nur bestätigen. Als wesentlich ist hervorzuheben, dass der gelbe, schwammige, dem Hilus mit schmaler Basis aufsitzende Ringwulst am reifen Samen im Gegensatz zu *Kennedya* u. s. w. nicht ringsherum geschlossen, sondern an der der Mikropyle zugewandten Seite unterbrochen ist. In jungen Stadien allerdings wird der Ring auch an dieser Lücke durch dünnwandiges Parenchym geschlossen, welches aber durch Zurückbleiben des Wachstums collabiert. Ferner besitzt der Arillus dieser und anderer *Cytisus*arten mehr sichelförmige Gestalt, ist zwar auch an der der Mikropyle abgewandten Seite am stärksten entwickelt, zeigt aber nicht die für *Kennedya* charakteristische schaufelartige Spitze. Für die Function hat diese kleine Abweichung keinerlei Bedeutung. Die Anatomie des Gewebes ist dem der vorhergehenden Arten im Allgemeinen gleich, auch was die Inhaltsbestandteile der Zellen betrifft. Schließlich sei noch erwähnt, dass viele Arten dieser Gattung, von denen ich nur als Beispiel *C. Laburnum* L. anführe, glatte Samen ohne Arillaranhang besitzen.

Wie aus dem Vorhergehenden zu ersehen ist, handelte es sich bei dem zweiten Typus der Leguminosenarillen um Funicularwucherungen, welche dadurch, dass sie bei der zwischen Samen und Placenta gelegentlich der Samenreife erfolgenden Trennung am Samen verbleiben, in hauptsächlichem Gegensatz zu den beim ersten Typus abgehandelten Gebilden stehen; weiter, dass sie nicht wie diese einseitig auf die Hilusgegend als lineale Gewebewülste beschränkt sind, sondern über den Hilusrand hinausgreifen und so im einfachsten Falle diesen sichelartig oder elliptisch umziehende, glandulöse Gewebepartien, welche die Mikropyle nie überdecken, bilden (*Kennedya*, *Hardenbergia*, *Cytisus* etc.). In anderen Fällen geht die Hypertrophie des Funiculusgewebes noch weiter und es kommen durch gleichmäßiges oder ungleichmäßiges Auswachsen des ursprünglichen Ringwalles becher-

---

1) l. c. Bd. III. 1885. p. 25 ff.

artige resp. zwei- und mehrlappige, der Mikropylargegend aufliegende Hüllen zu Stande, von glandulöser oder beerenartig-pulpöser Consistenz; so bei *Afzelia*, *Pahudia*, *Pithecolobium* und *Copaifera*. Abgesehen von den beiden letzten Arten konnte in allen Fällen im Gewebe unterschieden werden zwischen einer peripherischen Randpartie mit verdickten Zellwandungen und einem im mittleren Teil gelegenen dünnwandigen, bald collabierenden Parenchym, ein Umstand, der wesentlich im Zusammenhang steht mit der später zu besprechenden Function dieser Arillen.

Turneraceae.

Die Samen der hierhergehörigen Gattungen besitzen einseitige Funiculararillen, mit Ausnahme von *Mathurina*, bei welcher der Arillus haarschopfähnlich ist. Im fertigen Zustande liegt er als schmaler, membranöser Flügel der Bauchseite des Samens an und steht mit letzterem nur um den Hilus herum in Zusammenhang. Gewöhnlich ist er farblos oder nur schwach gelbbraun. Äußere Form und Längenausdehnung des ganzen Gebildes variieren bei den verschiedenen Gattungen. Bald ist er von lineal-lanzettlicher, bald spateliger Gestalt, dabei ganzrandig oder laubblattähnlich gesägt; in der Mehrzahl reicht er nur wenig über die halbe Länge der Raphe hinaus. Bei einigen *Turnera*arten ist seine Ansatzstelle nicht einseitig auf die an der Bauchfläche gelegene Hälfte des Nabelflecks beschränkt; in Flügelform greift er hier an seinem basalen Ende scheidenartig um die Mikropylengegend des Samens herum. Bei *Mathurina* hat er die Gestalt eines von der Samenspitze ausgehenden Haarkranzes, äußerlich ähnlich dem Pappus vieler Compositenfrüchte. Die von einer ringförmigen Gewebewucherung entspringenden mehrzelligen weißen Haare übertreffen den minimalen Samen um ein Mehrfaches seiner Länge.

Die entwickelungsgeschichtliche Entstehung dieses Haarkranzes ist, wie Baillon nachgewiesen hat, von derjenigen der übrigen Gattungen verschieden. Bei den letzteren, wie *Turnera*, *Wormskioldia* etc. nimmt an der Bildung des Arillus nur der Funiculus teil. Das parenchymatische Gewebe desselben baucht sich unmittelbar oberhalb der Befestigungsstelle des anatropen Ovulums zu einem zwischen Placenta und Funiculus gelegenen sichelförmigen Höcker aus. Diese Gewebeausstülpung setzt sich im meristematischen Zustand aus isodiametrischen Zellen zusammen, welche beim späteren Auswachsen des Organs langgestreckte, prismatische Gestalt, ohne prosenchymatische Zuspitzung annehmen. Das Gewebe des fertigen Flügels wird in der Regel nur von wenigen, etwa 2—4, Zellschichten gebildet; nach der Mitte und dem basalen Teile zu, wo er ansetzt, sind gewöhnlich einige mehr vorhanden als am Rande und an der Spitze; auf diese Weise erscheint der Querschnitt mehr oder weniger dreieckig.

Der schon seinem äußeren Ansehen nach von den übrigen verschiedene Arillus der *Mathurina*samen weicht auch bezüglich seiner entwickelungs-

geschichtlichen Entstehung von ihnen ab. Baillon[1]), welcher dieselbe zu untersuchen Gelegenheit hatte, giebt an, dass er gleichzeitig um den Hilus und das Exostom als ein ringförmiger Wall entsteht, dessen Gewebe an der der Samenspitze zugekehrten Seite zusammenhängend bleibt und ihr als Kappe aufliegt, während es sich nach der Chalaza zu in mehrere kleine Lappen zerteilt, welche durch Längenwachstum schließlich das Ansehen mehrzelliger Haare gewinnen. In wieweit diese Angaben der Richtigkeit entsprechen, konnte ich aus Mangel an entwickelungsgeschichtlichen Stadien nicht prüfen; doch wenn man berechtigt ist, aus den bei der Untersuchung fertiger Zustände gewonnenen Ergebnissen auf die Art und Weise der Entstehung einen Schluss zu ziehen, so werden die obigen Notizen Baillon's den wirklichen Verhältnissen entsprechen. Außerdem steht diese Entstehungsweise ja nicht isoliert da, sondern ist auch in anderen Familien anzutreffen, so bei *Celastraceae*, *Myristicaceae* etc.; bei dem Macis der Muscatnuss hat sich ja auch die anfänglich nur auf Grund von Thatsachen am fertigen Samen ausgesprochene Vermutung über die Bildungsweise bei späteren entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen als richtig erwiesen.

Besonders erwähnenswerte Inhaltsstoffe im Gewebe des Arillus sowohl von *Mathurina* wie auch der übrigen *Turneraceae* wurden nicht beobachtet.

Passifloraceae.

Die von Bentham und Hooker in den »Gen. plant.« hierhergerechneten fünf Tribus verhalten sich, was das Vorkommen eines Arillus betrifft, verschieden. Den *Malesherbieae* und *Acharicae* fehlt ein solcher vollständig; bei den übrigen ist sein Auftreten mit Ausschluss einiger zweifelhafter Fälle constant.

Von *Passifloraceae* im engeren Sinne soll hier die Gattung *Passiflora* und von *Papayaceae Carica Papaya* besprochen werden.

Passiflora. Ihr Arillus schließt sich bezüglich der entwickelungsgeschichtlich-morphologischen Seite eng an das gleiche Organ der *Nymphaeaceae* an. Auch hier wird derselbe durch accessorisches Wachstum eines bestimmten Teiles des Samenträgers hervorgerufen, um im ausgebildeten Zustand als mantelartige, an der Oberfläche unregelmäßig gefaltete, beerenartige Hülle die Samentesta zu überziehen. Im Gegensatz zu dem Arillus der *Nymphaeaceae* ist er gewöhnlich durch auffallend lebhafte Färbung ausgezeichnet. Planchon, welcher in seiner oben citierten Abhandlung gerade dies Arillargebilde als Repräsentant für seinen »arille véritable« aufstellt, da er alle Charaktere, die ein solcher im typischen Falle nach seiner Anschauung besitzen muss, an ihm vereinigt fand, studierte besonders bei *P. triloba* Ruiz et Pav. und einigen naheliegenden Arten die Entwickelungs-

[1]) Baillon, Sur la *Mathurina* et son arille. Bull. de la Soc. Linn. de Paris. 1878. p. 164.

geschichte genauer; die hierbei gewonnenen Resultate stimmen im Wesentlichen mit den von mir bei *P. gracilis* Link, *P. rubra* L., *P. caerulea* L. u. a. gefundenen überein. Reife Samen mit vollständig ausgebildetem Samenmantel standen mir jedoch nur von der erst genannten Art zur Verfügung. Der aus drei Carpiden bestehende einfächerige Fruchtknoten trägt zahlreiche, auf drei parietalen Placenten inserierte anatrope Ovula mit zwei Integumenten, die nach dem Exostom zu ziemlich spitz auslaufen und den etwas kürzeren Nucellus umgeben. Schon vor dem Entfalten der Blüte lässt der die Arillarbildung bewirkende Funiculus deren Ursprungsstelle in Form eines Ringwulstes unterhalb des Exostomrandes und diesem schräg, nach Art eines Knopfes angedrückt erkennen, so dass also auf einem den Samenstiel und die übrigen Ovularteile treffenden medianen Längsschnitt der erstere an der späteren Hilusstelle von der knopfartigen Anschwellung unter spitzem Winkel gekreuzt wird. Nach erfolgter Befruchtung des Ovulums wächst die Randpartie des Ringwulstes in der Weise weiter, dass die eine, zwischen dem äußeren Integument und dem Funiculusstrang keilförmig eingeschobene Hälfte nach der Mikropyle zu hinaufwächst, um sie dann nach einiger Zeit mützenartig zu bedecken, während die andere an der dem Ovulum abgekehrten Seite des Samenstielchens gelegene Partie dem Chalazaende zustrebt, ohne dabei in irgend einem Zusammenhang mit dem Gewebe der hier ziemlich stark ausgebildeten Raphe zu stehen, außer eben an der Ursprungsstelle des ganzen Organs, um den Hilus herum. Auf diese Weise wird im weiteren Verlaufe des Wachstums ein die ganze Samenoberfläche sackartig einhüllendes, beerenartiges Gebilde hervorgerufen, dessen gezackte Ränder am Chalazaende zahnartig soweit übereinandergreifen, dass vom eigentlichen Samen nichts zu sehen ist. PLANCHON giebt zwar an, dass im reifen Zustand des Samens der Arillus am Grunde desselben eine weite Öffnung lasse, mithin nicht zusammenschließe; doch konnte ich dies, wenigstens bei *P. gracilis* Link, nicht finden. Hier sind, wenn man von der den Passifloraceenarillen eigentümlichen roten Färbung absieht, die Verhältnisse ganz wie bei *Euryale ferox* Salisb. Derartige kleine Unterschiede, dass im einen Falle die Hülle den Samen vollständig einschließt, im anderen Falle dessen Chalazaende freilässt, mögen wohl bei den verschiedenen Arten vorkommen; für die biologische Bedeutung sind sie ohne Zweifel von keinerlei Belang.

Der Mantel besteht auf dem Querschnitt aus etwa 5—6 Zelllagen, nur am Hilus, wo der Zusammenhang mit dem Gewebe der Raphe besteht, ist das Gewebe stärker entwickelt. Dasselbe bietet in seinem Bau keine Besonderheiten, besteht durchweg aus dünnwandigen, in regelmäßig concentrischen Lagen angeordneten parenchymatischen Zellelementen von polyëdrischer Form und ist besonders nach der Außenseite des Mantels zu in radialer Richtung bedeutend gestreckt; am ausgesprochensten ist dies bei den lückenlos aneinander schließenden, an der Außenwand etwas

verdickten Epidermiszellen der Fall. Die radiale Streckung findet ihre Erklärung in der entwickelungsgeschichtlichen Entstehung des Arillus. In jugendlichen Zuständen, wo derselbe nur in Form eines schmalen, an der Hilusstelle sich um den Funiculus erhebenden Ringwalles vorhanden ist, finden wir Zellen von ausgesprochen isodiametrischer, kubischer Gestalt; durch radiale Streckung der Zellwände verbreitert sich dann der Ringwall und wird so zur sackartigen Hülle. Die Zellen führen reichlich fettes Öl, doch ist dasselbe wenigstens im eigentlichen Arillargewebe an den übrigen Zellinhalt gebunden; besonders ausgebildete Ölzellen finden sich nur im Gewebe der Raphe. Von weiteren Inhaltsbestandteilen ist hauptsächlich die in ziemlicher Menge vorhandene Stärke zu erwähnen, welche schon im meristematischen Gewebe des Arillus nachzuweisen ist. In der peripherischen Schicht des Mantels tritt sie spärlicher auf als im Innern.

Die ziegelrote Farbe des Arillus, welche erst kurz vor der Samenreife auftritt, wird im vorliegenden Falle nicht, wie dies sonst bei vielen saftigen Früchten und Scheinfrüchten die Regel ist, durch einen im Zellsaft gelösten Farbstoff hervorgerufen; hier haben wir es vielmehr mit einem an Plasma, in diesem Falle an den Stärkebildner (im Sinne SCHIMPER's) gebundenen Farbstoff zu thun. Nur selten liegt derselbe als peripherische, im Profil mondsichelartige Schicht einem einzelnen Korn an; meist liegen, wie sich bei starker Vergrößerung zeigt, die Verhältnisse derartig, dass 3 auch 4 kleine rundliche, farblose Körner von dem kugeligen Chromoplasten eingehüllt werden. Bei vorsichtiger Behandlung eines Schnittes mit wässeriger Jodlösung lässt sich dies auch leicht nachweisen, da alsdann der gelbrote Chromoplast, wie es scheint, entfärbt wird oder doch nur schwach gelbliche Färbung annimmt und sich so von den blaugefärbten Stärkekörnern in seinem Innern abhebt. Ob der im Reifezustand des Arillus mit dem Stärkebildner als Chromoplast anzusehende Farbstoffkörper aus einem Leucoplasten im Sinne SCHIMPER's hervorgegangen ist, war nicht mit genügender Sicherheit festzustellen; nur soviel ließ sich mit einiger Gewissheit constatieren, dass im meristematischen Arillargewebe die in kleinen Ballen zusammenhängende Stärke bei vorsichtigem Zusatz von Jodlösung nicht in allen ihren Teilen die Blaufärbung zeigte, dass vielmehr fast immer eine ungefärbte oder schwach gelbliche peripherische Schicht erkennbar war.

Carica Papaya wird sich wegen der mannigfachen Übereinstimmung seines Arillus mit dem der Gattung *Passiflora* mit wenigen Worten abhandeln lassen. Bei der Reife wird der schwarzbraune, rundlich-eiförmige Samen, dessen Testa morgensternartige Höckerchen zeigt, gleichfalls von einem häutigen, sich der Samenoberhaut eng anschließenden, hier aber farblosen Gewebesack vollständig eingehüllt. Entwickelungsgeschichtlich ist derselbe von gleicher Herkunft wie der bei *Passiflora* beschriebene. Seine Ursprungsstelle ist gleichfalls an dem anatropen Ovulum als ringförmige Verdickung des Nabelstranges in der Hilusgegend vor dem Aufblühen bereits

angedeutet. Nach erfolgter Befruchtung des Ovulums erfährt der Ringwall die gleiche Ausbildung wie bei *Passiflora*; man hat ihn demnach, ebenso wie den Arillus der letzteren, morphologisch als hüllenartigen Funiculararillus zu bezeichnen. Das aus rundlichen, äußerst dünnwandigen, parenchymatischen Zellelementen sich zusammensetzende Gewebe des Sackes wird gewöhnlich nur von 2—3 Zelllagen gebildet; nur an den Stellen, wo sich der Arillus den rillenartigen Vertiefungen der Samenoberfläche eng anschmiegt, hat sich das Gewebe zu mehreren die Lücken auskleidenden Schichten differenziert. Hinsichtlich der Zellinhaltsbestandteile ist zu bemerken, dass an Plasma gebundene Farbstoffkörper, wie sie sich bei *Passiflora* finden, hier nicht anzutreffen sind; die Zellen führen nur einen farblosen, wässerigen Zellsaft, in dem ab und zu etwas Stärke vorkommt.

Myristicaceae.

Die Samen der Muscatnüsse, *Myristica fragrans* Hott. und anderer Species sind bei der Reife von einem, als Drogue unter dem Namen »Macis« oder »Muscatblüte« bekannten Arillus eingeschlossen. In frischem Zustand ist derselbe von fleischiger Consistenz und zeichnet sich durch seine intensive, hochrote Farbe aus, die sich allerdings beim Eintrocknen in eine gelbbraune umwandelt. Er ist in ungleich viele und breite Lappen zerschlitzt, die seitlich nur in der Mikropylengegend des Samens zusammenschließen, so dass er in seiner Gesamtheit das Aussehen eines Korbgegeflechtes zeigt.

Das der Hauptsache nach aus wenig verdickten, parenchymatischen, isodiametrischen oder polyedrischen Zellen bestehende Grundgewebe wird auf der Außen- und Innenseite von einer ein- zuweilen mehrschichtigen Epidermis begrenzt. Ihre besonders an der Außenseite verdickten Zellen sind von langgestreckter, prismatischer, selten zugespitzter Form und zeigen an den Seitenwänden hie und da Tüpfelung. Die Wandungen, welche oft schöne Schichtung zeigen, bestehen aus Cellulose und sind sehr quellungsfähig. Zwischen den Zellen des Grundgewebes kommen außerdem ätherisches Öl führende Sekretbehälter mit verkorkten Membranen und zahlreiche, in den einzelnen Lappen des Mantels längslaufende kleine Gefäßbündel vor, welche mit dem Gefäßstrang des Funiculus in Verbindung stehen. Außer bei *Pithecolobium Unguis cati* Benth. und einigen *Connaraceae* ist ein derartiges Vorkommen von Gefäßbündeln im Gewebe von Arillargebilden nicht beobachtet worden. Die großen Ölzellen enthalten neben dem ätherischen Öl einen in diesem gespeicherten gelbbraunen, mit Alkohol extrahierbaren Farbstoff. Selbstverständlich ist dieser Farbstoff, solange das Organ noch lebt, nicht, wie TSCHIRCH [1]) auf Grund seiner Untersuchungen an trockenem Material anzunehmen schien, in diesen Ölzellen enthalten.

1) Ber. d. deutsch. bot. Ges. VI. p. 140.

Bei *Myristica fragrans* Hott. ist der rote Farbstoff im Zellsaft des Grundgewebes gelöst und wird, wie überall erst nachträglich beim Absterben des Gewebes, von denjenigen Elementen aufgenommen, welche wie hier das Öl die größte Fähigkeit, Farbstoffe zu speichern, besitzen. Der Hauptinhalt der Zellen des Grundgewebes besteht neben fettreicher, plasmatischer Substanz aus in letztere eingebetteter, mit Jod sich rotbraun färbender Stärke, welche, wie Tschirch nachgewiesen hat, sich durch ihren hohen Gehalt an Amylodextrin auszeichnet. Im Gewebe des Arillus sind diese Stärkekörner, zusammen mit dem übrigen Zellinhalt, zu rundlichen Ballen vereinigt. Entfernt man die protoplasmatische, sehr fettreiche Grundmasse durch entsprechende Lösungsmittel, so findet man, dass diese Amylodextrinkörner meist stäbchenförmige, auch knochenähnliche Gestalt besitzen, ähnlich den im Milchsaft der *Euphorbiaceae* vorkommenden Stärkekörnern. Solch unregelmäßig gestaltete, an Corrosionsstadien erinnernde Formen, wie sie Tschirch in seiner »angewandten Pflanzenanatomie« abbildete, konnte ich bei dem mir vorliegenden Untersuchungsmaterial nicht beobachten.

In entwicklungsgeschichtlicher Beziehung bietet der Arillus der vorliegenden Familie mancherlei Interessantes. Lange Zeit standen sich betreffs dieses Punktes zwei verschiedene Ansichten gegenüber. Planchon [1]) und mit ihm De Candolle [2]) hielten ihn für einen typischen Auswuchs des Exostomrandes und bezeichneten ihn demgemäß als Arillodium. Hooker und Thomson dagegen schlossen aus der Thatsache, dass er außer am Exostomrande auch um den Hilus herum, mit dem Samen in Verbindung steht, dass bei seiner Bildung der Funiculus und das Exostom gleichzeitig beteiligt sein müssten, eine Annahme, welche sich, wie spätere Untersuchungen von Baillon [3]) und neuerdings von Voigt [4]) gezeigt haben, als den thatsächlichen Verhältnissen entsprechend erwiesen hat. Aus ihren Beobachtungen geht hervor, dass der Arillus bereits in der geschlossenen Blüte, mithin vor erfolgter Befruchtung als eine einheitliche, oberflächliche Gewebewucherung an dem den Hilus und Exostomrand einschließenden Gebiete auftritt. Diese also von einem Centrum ausgehende Wucherung erweitert sich dann nach beiden Seiten, um in einem gewissen Stadium die Form eines doppelten Ringwulstes in Gestalt einer liegenden ∞ anzunehmen. Durch weiteres Auswachsen und, wie wir wohl annehmen müssen, ungleichmäßiges Wachstum wird dann der gelappte, an seinen Rändern gefranste Mantel gebildet, der, wie Voigt angiebt, an einen Ovulum von 2,5 mm bereits die Gestalt wie im fertigen Zustand zeigt. Gerade die Bildungsweise dieses Arillus bietet uns ein hervorragendes Beispiel dafür, dass Arillarbildungen nicht immer, wie

1) Planchon, l. c. p. 303. 2) de Candolle, Ann. d. sc. nat. IV. série, tome 4 p. 24. 3) Baillon, Adansonia V. p. 177 und Compt. rend. LXXVIII. p. 779 ff. 4) Voigt, Über Bau und Entwickelung des Samens und Samenmantels von *Myristica*. Göttingen 1885. Inaug.-Diss.

von PLANCHON und den älteren Morphologen angenommen wurde, typisch vom Funiculus einerseits und vom Exostom anderseits ausgehen, dass vielmehr diese beiden extremen Fälle durch Übergänge verbunden sind.

Scitamineae (Arillatae).

Wie schon der synonyme Name dieser Reihe andeutet, sind Arillargebilde am Samen allgemein charakteristisch für die ihr unterstehenden Familien; nur wenige Arten der letzteren besitzen keine Arillen, so z. B. *Canna*; andere, wie *Musa* etc., haben Beerenfrüchte. Hier sollen nur zwei Vertreter der *Musaceae* Erwähnung finden. Bezüglich der übrigen verweise ich auf die Abhandlungen von BAILLON[1]), EICHLER[2]) und F. MÜLLER[3]).

Musaceae. Die Früchte der Gattungen *Ravenala* und *Strelitzia* sind fachspaltige, dreifächerige, vielsamige Kapseln. Jeder Same wird von einem in der Mikropylengegend anhebenden mantelartigen oder haarförmig zerschlitzten Arillus umhüllt.

Bei *Ravenala madagascariensis* Sonn. ist derselbe in frischem Zustand von prachtvoll himmelblauer, seidenglänzender Farbe; seiner äußeren Form nach erinnert er an das gleiche Gebilde vieler *Tetracera*arten. Er umhüllt den Samen vollständig und ist nur an seinem freien Rande fransenartig zerschlitzt. Ob an seiner Bildung der Funiculus allein, oder etwa auch das Parenchym des Exostoms beteiligt ist, konnte, da nur fertige Zustände zur Untersuchung vorlagen, nicht entschieden werden; auch finden sich in der diesbezüglichen Litteratur keinerlei Angaben hierüber. Nach den Verhältnissen am reifen Samen scheint jedoch ein gewöhnlicher mantelartiger Funiculararillus vorzuliegen, der auf gleiche Weise entstanden sein dürfte, wie bei vielen dicotylen Familien.

Ein besonderes Interesse gewinnt er durch den anatomischen Bau seines Gewebes, auf welchen bereits VON HÖHNEL[4]) in einer kurzen Notiz aufmerksam gemacht hat. Die Zellen, und nur aus solchen besteht das Gewebe, besitzen langgestreckte cylindrische, auch prismatische Gestalt mit horizontalen oder schiefen Querwänden. Der Hauptsache nach sind sie dünnwandig, nur an ihren Kanten verlaufen ziemlich weit in das Lumen vorspringende, aus Cellulose bestehende Längsleisten; ab und zu treten diese auch an den Berührungsflächen zweier Zellen auf, doch seltener. Auf dem Querschnitt werden so, da gewöhnlich drei bis vier Zellen in einer Kante zusammenstoßen, kleeblattähnliche Formen hervorgerufen. Bezüglich dieser Verdickungspfosten erinnert das Gewebe an den Bau der Palissaden bei

---

1) BAILLON, Remarques sur la symétrie et l'organogénie florale des Marantées. Adansonia I. p. 306 ff.; Note sur l'albumen et l'arille des *Hedichium.* Adansonia III. p. 349.
2) EICHLER, Beiträge zur Morph. u. Syst. der Marantaceen. Abh. d. Akad. d. Wissensch. Berlin 1884. 3) F. MÜLLER, Nachträge zu HILDEBRANDT's Verbrtm. der Pflanzen: *Marantaceae.* Kosmos 1885. p. 438. 4) Öst. botan. Zeitschr. XXXI. p. 386.

*Cycas*blättern, nur dass bei den letzteren die Intercellularen weit größer ausgebildet sind und die Leisten in der Regel an den Berührungsflächen der Zellen auftreten. In den gleichfalls langgestreckten beiderseitigen Epidermiszellen, deren Außenwände schwach verdickt sind, verlaufen die Leisten nicht longitudinal, sondern nach Art von Tonnenreifen radial, und sind dabei oft netzförmig untereinander verbunden, siehe Fig. 4 und 5. Es ist wohl ohne Weiteres einleuchtend, dass ein derartig gebautes Gewebe dem ganzen Organ in mancherlei Hinsicht Vorteil bietet; denn derartige Verdickungsleisten in Gemeinschaft mit den dazwischenliegenden dünnen Wandstellen ermöglichen einen besseren, zum mindesten ebenso guten Stoffverkehr, wie gewöhnliche poröse Wände. Ferner erinnern diese in das Lumen stark vorspringenden Leisten an die bei pflanzlichen Organen, wie Blättern etc., zur Herstellung einer gewissen Festigkeit vorkommenden Einrichtungen. Ob aber das in Rede stehende Organ die besagten Leisten nun gerade zur Erlangung von Biegungs- oder Druckfestigkeit oder dergl. ausbildet, entzieht sich natürlich unserer Beurteilung. Der Inhalt der Zellen besteht der Hauptsache nach aus einer sehr fettreichen Plamamasse, weshalb der Arillus in den Tropen auch technisch verwertet wird. Der charakterische blaue Farbstoff ist bei Trockenmaterial im Öl gelöst; nimmt man das letztere mittels entsprechender Reagentien weg, so restiert eine, bei Zusatz von Jod sich gelb, auch gelbbraun färbende körnige Masse. Der Farbstoff selbst wird durch Säuren entfärbt und nimmt mit Alkalien grüngelbe Färbung an; in Wasser ist er nicht löslich, hingegen in Alkohol, Äther, Benzol u. dergl. Ob dieser bei trockenem Material allerdings den fettreichen Zellinhalt seiner ganzen Masse nach tingierende Farbstoff, solange das Gewebe noch frisch, auch derartig organisiert ist, wie von Höhnel, aus dessen Notiz nicht hervorgeht, ob er lebendes oder trockenes Material zur Untersuchung hatte, anzunehmen scheint, konnte ich, da mir ebenfalls nur Herbarmaterial vorlag, nicht entscheiden. Immerhin erscheint eine derartige Annahme nicht recht wahrscheinlich; vielmehr kann man die Vermutung hegen, der Farbstoff sei, solange das Gewebe des Mantels noch nicht eingetrocknet ist, in ähnlicher Weise, wie der rote Farbstoff im Arillus der *Celastraceae*, in Form der bekannten Spindeln an plasmatische Substanz gebunden und erst mit dem Absterben des Gewebes und seiner Elemente finde, wie man dies auch bei *Celastrus*- und *Evonymus*arten beobachtet, ein Zerfall der Spindeln statt, wobei der Farbstoff durch die fettreiche Grundmasse der Zellen gelöst wird.

Ravenala guyanensis Rich. (*Phenakospermum guyanense* Endl.) Der Arillus, gleichfalls am Hilus anhebend, bildet hier nicht, wie bei der vorigen, einen seitlich zusammenschließenden, nur am oberen, freien Rande gefransten Mantel, sondern ist bis zum Grunde in viele haarförmige Bündel zerschlitzt. Er ist hochrot gefärbt; der Farbstoff ist bei Herbarmaterial ebenfalls in den körnigen, den Zellwänden anliegenden Plasmaresten

gespeichert. Die Zellen sind langgestreckt, cylindrisch oder prosenchymatisch zugespitzt, weisen aber nicht die für die vorige Art charakteristischen Verdickungsleisten an den Kanten auf. Durchschneidet man ein einzelnes Haarbündel, so liefert der Querschnitt die in Fig. 6 u. 7 wiedergegebenen Bilder. Im Centrum eine auch mehrere stark verdickte, an Bast erinnernde Zellen, die zuweilen durch Porenkanäle mit einander communicieren. Ihre Wandverdickungen, die stellenweise bis zum Verschwinden des Lumens gehen, bestehen bis auf die schwach verholzte Mittellamelle aus Cellulosesubstanz; unter dem Mikroskop erscheinen sie meist sehr stark lichtbrechend und nicht selten concentrisch geschichtet. Um sie herum gruppieren sich Zellen, deren Wände ebenfalls, wenn auch nicht in dem gleichen Maße wie die der centralen, verdickt sind; die Mittellamelle ist stets deutlich erkennbar. Diese peripherischen Zellen allein führen den Farbstoff und die feinkörnige plasmatische Substanz; fettes Öl ist in geringerem Maße gleichfalls vorhanden.

Die den beiden vorhergehenden Arten nahestehende Gattung *Strelitzia* (*Str. Reginae* Ait.) ist durch einen ebenfalls haarförmig zerschlitzten, vom Hilus ausgehenden und rotgelb gefärbten Arillus ausgezeichnet, der also seiner äußeren Gestalt und seiner Farbe nach ganz mit der eben erwähnten Art von *Ravenala* übereinstimmt. Bezüglich der Structur seines Gewebes erinnert er dagegen an den Mantel von *Ravenala madagascariensis*. Der kürzere Durchmesser eines einzelnen Haarbündels besteht auf dem Querschnitt aus etwa 8, der längere aus 25 Zelllagen; nach der Spitze nehmen die Bündel mehr cylindrische Form an. Während die bei *R. madagascariensis* geschilderten Leisten immer einen, wenn auch minimalen Intercellularraum zwischen sich erkennen lassen, treten hier zwar auch an den Kanten, hie und da auch an den Berührungsflächen Verdickungen auf, zwischen denen aber nie ein Intercellularraum bemerkbar ist. Auf Querschnitten besitzen sie daher meist kugelige oder achtförmige Gestalt, von denen je eine Hälfte in das Lumen der Zelle vorspringt. Ausgehend von der Thatsache, dass alle diese, der Hauptsache nach aus Cellulose bestehenden Verdickungsleisten sich durch große Quellbarkeit auszeichnen, lag die Vermutung nahe, dass derartige Bilder, wie sie in Fig. 8 wiedergegeben sind, überhaupt erst durch Quellung zu Stande gekommen seien. Diese Annahme erwies sich jedoch als irrig, da Schnitte, welche direct in wasserfreies Glycerin oder Gelatine gelegt wurden, die gleichen, mit einander correspondierenden Verdickungen zeigten. Die Inhaltsbestandteile sind die nämlichen wie bei *R. madagascariensis*, abgesehen von dem hier roten Farbstoff.

Übersicht.

Ehe ich zum nächsten Abschnitt übergehe, möchte ich nochmals in Kürze einen Rückblick auf die im vorstehenden Kapitel gefundenen Thatsachen

werfen. Betrachtet man, in der im einleitenden Kapitel angegebenen Umgrenzung des Begriffes, die mannigfachen Arillen, wie sie uns an den Samen der verschiedensten Familien entgegentreten, zunächst nach ihrer entwicklungsgeschichtlichen Entstehung, so findet man, dass es der Hauptsache nach drei Bildungscentren sind, welche sich als Ausgangspunkte für spätere Arillaranhänge erweisen: 1. der Funiculus an seinen verschiedenen Stellen, wie Hilus, Chalaza, Raphe; 2. das Exostom; 3. das zwischen Exostom und Funiculus liegende Gewebe.

I. Im ersten Falle, wo also außer dem Funiculus keinerlei Ovularteile an der Bildung von Arillen Anteil nehmen, können wir mantelartige einerseits und einseitige, nicht allseitig geschlossene Gebilde andererseits unterscheiden. Die mantelartigen, mögen sie nun eine ununterbrochene Umhüllung oder lappige, auch fransenartig zerschlitzte Gebilde darstellen, treten in der Regel zuerst als einfache Ringwälle direct an dem Befestigungspunkt der Samenanlage oder in unmittelbarer Nähe derselben, am Hilus auf. In vielen Fälle bleibt dabei die Ausbildung auf diesen Ringwall beschränkt; es wächst der Rand allenfalls noch um ein Geringes zu einer Art Cupula aus. Wir sahen derartige Formen bei *Pachynema-*, *Afzelia-*, *Copaifera-*, *Kennedya-*, *Hardenbergia-*, *Mucuna-* und *Cytisus*arten. Wächst der Rand des Ringwalles gleichmäßig und in größerem Maaßstabe aus, so kommen mantelartige Hüllen zu Stande, welche den Samen vollständig umschließen, sich an dessen Chalazaende lappig übereinander legen, wie bei *Passifloraceae* und bei *Nymphaeaceae*, oder an ihrem freien Rande sich in Fransen auflösend den Samengrund unbedeckt lassen; so bei gewissen Arten von *Tetracera*, *Ravenala madagascariensis* u. a. Wachsen nur bestimmte Partieen der ursprünglichen Anlage weiter aus, so entstehen lappige, seitlich nicht zusammenschließende Gebilde, wie sie uns an den Samen von *Pahudia javanica*, *Pithekolobium Unguis cati*, *Davilla macrocarpa, Doliocarpus Rolandri* etc. entgegentreten. Wie endlich aus der Beschreibung der Arillen von *Tetracera Assa*, *Crossosoma Bigelowii*, *Ravenala guyanensis*, *Strelitzia* zu ersehen ist, kann dies partielle Auswachsen der primordialen Arillaranlage schließlich so weit gehen, dass der fertige Arillus vollständig das Aussehen eines Haarschopfes enthält. Ob die Mikropyle bedeckt wird oder nicht, richtet sich ganz nach dem jeweiligen Grad der Ausbildung des Mantels. Bleibt dieser auf einen schmalen Ringwall beschränkt, wie bei *Cytisus-* und *Kennedya*arten u. s. w., so bleibt sie frei; geht die Ausbildung dagegen weiter, wie bei den meisten übrigen ebengenannten Arten und Gattungen, so wird sie selbstverständlich von der Hülle überdeckt.

Bei den einseitigen Funiculararillen wächst gewöhnlich, wie dies bei dem ersten Typus der *Leguminosae* die Regel ist, das basale Ende des Funiculus bis unmittelbar zur Mikropyle aus, lässt diese aber frei. In anderen Fällen, bei *Turneraceae* und *Berberidaceae*, treten durch Zellteilungen des

epidermalen und des darunterliegenden Gewebes unmittelbar oberhalb der Hilusstelle einseitige sichelartige Wülste auf, die sich später zu schuppenähnlichen (*Turnera*) oder borstenförmig zerschlitzten (*Jeffersonia*) Formen ausgestalten. Auch bei den Samen unserer *Viola*arten, die im vorstehenden Kapitel nicht näher behandelt wurden, kommen derartig entstandene glandulöse Wülste vor. Treten die Wucherungen an der Mündungstelle des placentaren Gefäßbündels auf, so wird meist auch das Gewebe des Samengrundes in das Bereich derselben gezogen und es entstehen dann Aussackungen an der Chalaza, welche ihrer Consistenz nach von den übrigen Samenteilen wesentlich verschieden sind. In diese Kategorie gehören namentlich die *Connaraceae* und *Tremandraceae*. Auch die längs der ganzen oder eines Teiles der Raphe auftretenden, nach der früheren Bezeichnungsweise »Strophiolae« benannten Anhänge, wie sie den Samen mancher *Fumariaceae*, *Papaveraceae* (*Chelidonium*, *Bocconia*), endlich *Asarum* und vielen anderen eigentümlich sind, verdienen hier erwähnt zu werden.

II. Die Exostomarillen, oder »Carunculae«, wie man sie früher wohl bezeichnete, entstehen durch eine Verdickung des äußeren Integumentes am Exostom. Als solche galten lange Zeit auch Bildungen (»Arillodien« PLANCHON's), welche ihre Entstehung keineswegs typisch dem Exostom verdanken. Außer *Euphorbiaceae* und *Polygalaceae* dürften sich nur sehr wenige Familien finden, deren Samen wirkliche Exostomarillen besitzen. Im vorstehenden Abschnitt sind die genannten Familien um deswillen nicht behandelt worden, weil die Entstehungsweise der Caruncula der *Euphorbiaceae*samen von BAILLON in dessen Monographie dieser Familie eingehend besprochen wird, seine diesbezüglichen Angaben, wie ich mich durch eigene Untersuchungen an zahlreichen Arten und Gattungen überzeugt habe, den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, und ich wesentlich Neues über diesen Gegenstand zu bieten nicht im Stande war. Hervorheben möchte ich nur, dass mantelartige Hüllen sich unter den Exostomarillen nicht finden, sondern stets lokalisierte, auf die Mykropylengegend beschränkte Wülste, die immerhin aber ganz interessante Formen annehmen können, wie auch aus den vorzüglichen Abbildungen der BAILLON'schen Monographie zu ersehen ist. Die Entstehungsweise, histologische Structur und Inhaltsbestandteile der den Samen der *Polygalaceae* zukommenden Arillen unterscheiden sich in keinem wesentlichen Punkte von denjenigen der *Euphorbiaceae*.

III. Die letzte Art der Entstehung von Arillen ist diejenige, wo an dem anatropen Ovulum das zwischen dem Hilus und der ihm zugekehrten Hälfte des Exostoms gelegene Gewebe zum Ausgangspunkt für den späteren Mantel wird. Die meisten der hier in Betracht kommenden Vertreter: *Myristica*, *Celastrus*, *Evonymus* u. a. hielt PLANCHON für typische Exostomarillen, musste allerdings aber dabei zugeben, dass auch das Gewebe des Funiculus nicht ganz unbeteiligt bei der Bildung sei. Im Grunde genommen sind also

auch nach ihm zwei verschiedene, von einander isolierte Ausgangspunkte vorhanden, welche, wenn sie sich berührten — was ja in irgend einem Stadium der Entwicklung notwendigerweise eintreten muss — eine »soudure congéniale« bilden müssen. Wie bereits BAILLON und VOIGT auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen bei *Myristica* nachgewiesen haben, muss die Idee einer derartigen Naht aber auch um deswillen zurückgewiesen werden, weil überhaupt nicht zwei getrennte Bildungscentren vorhanden sind, sondern nur ein einziges, das zwischen Funiculus resp. Hilus und Exostom gelegen ist. Später allerdings wird auch das Gewebe dieser beiden Ovularteile mit zur weiteren Bildung des Mantels herangezogen. Da derselbe in einem gewissen Entwicklungsstadium die Form einer ∞ hat, kann man allerdings zu der Vermutung gelangen, dass dieser doppelte Ringwall durch Berührung zweier kreisförmigen Hälften, die eine Naht zwischen sich lassen, entstanden sei. Die Untersuchung jüngerer Zustände giebt jedoch über die Unrichtigkeit einer solchen Annahme ohne Weiteres Aufschluss. Die gleiche Entstehungsweise soll nach BAILLON der Arillus der *Turneraceen*gattung *Mathurina* besitzen. Die von mir angestellten Untersuchungen bei den Samen der *Celastraceae* ergaben, dass deren Arillen bezüglich ihrer Bildungsweise denen der *Myristicaceae* u. s. w. vollständig homolog sind.

Was nun die Histologie der Arillen anbelangt, so handelt es sich, mögen sie nun beerenartig-pulpöse oder derbere Consistenz besitzen, fast ausnahmslos um Parenchym. Bei den beerenartigen sind die Zellelemente durchgehends dünnwandig, dazu regellos oder symmetrisch angeordnet. Häufig sind Formen mit sternförmigen Aussackungen, ähnlich dem Schwammparenchym vieler Blatt- und Stengelorgane zu beobachten, so beispielsweise bei *Nymphaea*, *Celastrus*, *Evonymus* u. a. Die Arillen mit derberer Consistenz zeigen in ihren epidermalen Gewebeteilen gegenüber den mittleren Partieen nicht selten eine Verschiedenheit in Bezug auf die Wandverdickungen; die letzteren in der Regel zartwandig, die peripherischen starkwandig. Wir brauchen hier nur auf das bei dem zweiten Typus der Leguminosenarillen, vielen *Tetracera*arten, *Myristicaceae* u. s. w. Gesagte zu verweisen. Immerhin ist aber der Fall nicht ausgeschlossen, wie aus der Beschreibung der *Musaceae* und anderen Arten von *Tetracera* zu ersehen ist, dass auch in den central gelegenen Zellschichten Wandverdickungen auftreten, die aber dann ähnlich wie beim Collenchym auf die Zellkanten beschränkt sind. In den mannigfachen haarähnlich zerschlitzten Arillen setzt sich das Gewebe aus langgestreckten, cylindrischen oder prismatischen Elementen zusammen, die entweder horizontale oder schiefe Querwände besitzen können. Bei diesen, sowie der Mehrzahl der glandulösen Auswüchse der Raphe (»Strophiolae«: *Viola*, *Corydalis*, *Chelidonium* u. s. w.) finden sich im fertigen Zustand des Organs fast keinerlei Inhaltsbestandteile, während sie in Jugendzuständen stets reich an plastischem Baumaterial

sind. Die Inhaltsbestandteile der mantel- oder beerenartigen Arillen stimmen im Wesentlichen mit den im Samen selbst vorkommenden Reservestoffen überein, also: Stärke, Proteïnsubstanzen, fette Öle, Krystalle (*Dilleniaceae*), Gerbstoffe (*Connaraceae*) und für den Macis der Muscatnuss charakteristisch Amylodextrinstärke, endlich bei einzelnen Farbstoffe. Die letzteren sind entweder, wie bei *Myristica fragrans*[1], bei *Euryale*, *Connarus*, *Rourea* im Zellsaft gelöst, oder, wie bei den meisten übrigen gefärbten, an plasmatische Substanz gebunden. Schließlich wäre noch zu erwähnen, dass sich unter den mannigfachen Arillarbildungen einzelne finden, deren Gewebe von kleinen Ästen des placentaren Leitbündels durchzweigt wird; hierher gehören die Arillen von *Myristicaceae*, *Connaraceae*, von *Leguminosae* allein *Pithekolobium*.

Dritter Abschnitt.

Function der Arillargebilde.

Wie ich bereits in der Einleitung hervorzuheben Gelegenheit hatte, liegen über die physiologische Bedeutung gerade dieser Art Samenanhänge verhältnißmäßig wenige thatsächliche Beobachtungen vor. Wenn man auch a priori zu dem Schluss kommen mag, dass der Arillus den übrigen Samen- beziehungsweise Fruchtanhängen, wie Haarschopf, Pappus, Flügel u. s. w. als analog an die Seite zu stellen sind, d. h. dass er bei der Samenverbreitung auf die eine oder andere Weise eine Rolle spiele, so muss doch erst im Einzelnen nachgewiesen werden, wie weit hier eine Verallgemeinerung angebracht ist. Ich verhehle mir nun keineswegs, dass durch die folgenden Aufzeichnungen die Kenntnis der Function der Arillen nur um Weniges erweitert wird. Einmal verlangen darauf hinzielende Untersuchungen eine über Jahre hinaus ausgedehnte Beobachtungszeit; sodann handelt es sich, wie auch aus dem voraufgehenden Abschnitt zu ersehen ist, vielfach um Vertreter von Familien, welche der einheimische Botaniker höchstens nur in Gewächshäusern zu Gesicht bekommt. So kommt man bei der Frage nach der Bedeutung der Arillen, wenn man nicht Gelegenheit hat, an Ort und Stelle zu untersuchen, schlechterdings nicht viel über Vermutungen hinaus. Nur ein Zusammenwirken vieler Forscher, die in der Lage sind, auf wissenschaftlichen Reisen zu experimentieren und beobachten, kann allmählich unsere Kenntnis über die Bedeutung der Arillargebilde vervollständigen.

Im Nachfolgenden wird es mein Bestreben sein, das thatsächlich feststehende gegenüber dem bloß als möglich hingestellten hervorzuheben.

---

1) Wie mir Herr Prof. Dr. Tschirch mitteilte, soll dies jedoch nicht durchgehend bei allen Arten von *Myristica* der Fall sein, vielmehr sollen bei einzelnen von ihnen auch krystallinische Farbstoffe vorkommen.

Wenn außerdem in einer gewissen Anzahl von Fällen ich nicht im Stande bin mit dem zu behandelnden Gebilde überhaupt irgend eine Function, sei es nun vermutungsweise oder auf Grund von Beobachtungen, zu verknüpfen, so muss ich darauf aufmerksam machen, dass es mir nicht in den Sinn kommt, ihnen damit ganz im Allgemeinen jede biologische Bedeutung abzusprechen.

A. Der Arillus als Anpassung für die Samenverbreitung durch Tiere, namentlich Vögel.

Dass bei Beeren- und Steinfrüchten, bei welchen bekanntlich die Samen von der Fruchtknotenwand auch bei erfolgter Reife umschlossen bleiben, durch das Fleischigwerden des Fruchtknotens, durch bunte, auffallende Färbung und Wohlgeschmack des Fruchtfleisches, endlich durch die harte, den Magen- und Darmsekretionen widerstehende Samentesta eine Anpassung für die Samenverbreitung durch Tiere, vor allem durch die Vögel erzielt wird, ist eine seit langer Zeit feststehende Thatsache. Dass weiter die Keimfähigkeit der Samen in Folge des Passierens durch den Darmkanal, vorausgesetzt natürlich, dass die Samenschale selbst oder doch die innere Fruchtwandung die erforderliche Widerstandsfähigkeit besitzt, nicht leidet, ja, wie man experimentell nachgewiesen hat, vielmehr in gewissem Grade erhöht wird, ist nicht minder bekannt. Nun finden wir aber bei einer ganzen Reihe von Kapselfrüchten, deren Samen im Gegensatz zu den ebenerwähnten bei der Reife durch Aufspringen des Fruchtknotens frei werden, gleichfalls für die Verbreitung durch Vögel berechnete Ausrüstungen. Die Function aber, welche die Pflanze, um ihren Samen und damit sich selbst größtmögliche Verbreitung zu sichern, bei den Beeren- und Steinfrüchten dem die Samen einschließenden Fruchtknoten zuerteilt, muss im vorliegenden Falle nun entweder von dem Samen selber oder aber dem Samenmantel, dem Arillus übernommen werden. Im ersteren Falle geschieht dies in der Weise, dass die Integumente sich verschiedenartig differenzieren, zu einer den Schutz des Keimlings gegen mechanische Verletzungen etc. besorgenden Hartschicht, und einer oberhalb dieser liegenden beerenartigen, lebhaft gefärbten Gewebepartie[1]. Im letzteren Falle — und dieser kommt für uns hier allein in Betracht — entwickelt sich der Arillus zu einer fleischigen, beerenartig gefärbten, den Samen ganz oder teilweise umkleidenden Hülle. Vielfach wird hierbei die Farbenwirkung der letzteren dann noch außerdem dadurch erhöht, dass auch der aufspingende Fruchtknoten sich bunt färbt (*Celastraceae*, *Passifloraceae*), oder dass in solchen Fällen, wo der Same nur partiell umhüllt wird, die

---

1) Baillon nennt derartige Bildungen, wie sie z. B. den Samen von *Magnolia*, *Manotes* u. a. eigen sind, »arilles généralisés«, eine Bezeichnungsweise, die nur vom biologischen Standpunkte aus annehmbar ist.

Farbe des Samens mit der des Mantels lebhaft contrastiert. Eine unumgänglich notwendige Vorbedingung für den Erfolg einer derartigen Anpassung ist aber, wie gesagt, auch in diesem Falle ebenso wie bei Beerenfrüchten eine harte, den Einwirkungen der Magen- und Darmsekretionen Widerstand leistende Samentesta.

In den nachfolgenden Fällen dürfte der Arillus als Anlockungsmittel für beerenfressende Vögel zu betrachten sein:

1. *Celastraceae*: *Celastrus-*, *Evonymus-* und *Catha*arten. Directe Beobachtungen liegen nur über *Evonymus* vor, deren Samen eine Lieblingsspeise unserer Rotkehlchen bilden. Die aufspringenden Klappen der Kapsel nehmen bei der Fruchtreife gleichfalls eine rote Färbung an; bei *Evonymus verrucosus* Scop. ist außerdem der vom Arillus nicht überdeckte Teil des Samens glänzend schwarz gefärbt. Einzelne Arten dieser Familie gehören, wie aus den Mitteilungen Schimper's[1]) hervorgeht, zu den epiphytischen Pflanzen, ein Umstand, der gerade sehr die Verbreitung der Samen durch Vögel wahrscheinlich macht.

2. *Passifloraceae*: Trotzdem ich über die Verbreitung derselben durch carpophage Vögel in der Litteratur keinerlei Angaben fand, scheint es in hohem Grade wahrscheinlich zu sein, dass bei den wildwachsenden, vielfach epiphytisch vorkommenden Arten der Gattung *Passiflora* gerade der rotgefärbte Arillus die Aufgabe hat, die Verbreitung durch Vögel anzuregen. Alle diese wild wachsenden Arten, z.B. *P. gracilis* Link, die auch in botanischen Gärten gewöhnlich zur Reife gelangt, besitzen eine dünne, wenig fleischige Frucht, welche im Innern auf drei Parietalplacenten die zahlreichen Samen trägt, im Übrigen hohl ist und bei der Reife unregelmäßig zerfällt, so dass die vom Arillus überkleideten Samen sichtbar werden. Die kultivierten Arten sowohl von *Passiflora* und auch *Carica Papaya* besitzen dagegen große kürbisähnliche Früchte mit stark entwickelter fleischiger Fruchtknotenwand, welche die Samen allseitig umgiebt. Ihre Samen weisen zwar auch noch einen Arillus auf, jedoch nur in Gestalt eines dünnen, wenige Zellschichten starken farblosen Häutchens, dem biologisch keinerlei Function beizumessen ist. Wir haben eben hier ein sehr eclatantes Beispiel dafür, wie Samen bezw. Früchte unter dem Einflusse der Kultur des Menschen ihre ihnen selbst nützlichen Eigenschaften verloren oder sie mit anderen, nur dem Menschen Vorteil bringenden vertauscht haben.

3. *Leguminosae*: Nur wenige Gattungen sind hier zu erwähnen; *Pahudia, Pithekolobium, Copaifera*. Directe Belege sind mir nicht bekannt geworden; nur bezüglich der Samen von *Pahudia* teilte mir Prof. Dr. Tschirch mit, dass dieselben von größeren Vögeln, *Rhyticeros-* und *Buceros*arten ihres saftigen zweilappigen Arillus wegen vielfach verspeist werden. Irv. Lynch[2])

---

1) Die epiphytische Vegetation Amerika's. Jena 1888. 2) Pods of *Acacia homalophylla*. Journ. of Botany. N. Ser. IX. p. 127.

hält auch die buntgefärbten Arillarwucherungen des Funiculus an *Acacia*-samen für Mittel zur Anlockung von Vögeln; HILDEBRAND[1]) sieht in ihnen dagegen Flugeinrichtungen. Beide Annahmen klingen wahrscheinlich und können vielleicht nebeneinander bestehen; jedoch ist keine bis jetzt durch directe Beobachtung bewiesen. Den Arillen der übrigen Leguminosen kommt eine andere Function zu.

4. *Connaraceae*: werden gleichfalls bei der Verbreitung durch carpophage Vögel in Betracht kommen, trotz des großen Gerbstoffgehaltes ihrer Arillen; sehen wir doch auch sonst, wie von Vögeln Samen verspeist werden, die für den Menschen schädliche, wenn nicht gar giftige Bestandteile enthalten. Man denke nur an die Samen von *Evonymus* und die einen scharfgiftigen Stoff (Daphnin) enthaltenden Früchte von *Daphne Mezereum* L., welche erwiesenermaßen von *Sylvia*-, *Fringilla*- und *Motacilla*arten gern und ohne Schaden für sie genossen werden. Die von TSCHIRCH[2]) ausgesprochene Vermutung, dass bei tropischen Familien der, wie im vorliegenden Falle in den Arillen in großer Menge gespeicherte Gerbstoff wesentlich zur Erhaltung der Samen bis zur Keimung und zur Sicherung derselben in den ersten Stadien diene, also gewissermaßen als Antisepticum anzusehen sei, scheint mir aus mehrfachen Gründen unwahrscheinlich zu sein.

5. *Myristicaceae*: Die Muscatnüsse werden, wie seit langer Zeit bekannt ist, wegen des reichen Gehaltes an Nährstoffen und der fleischigen Beschaffenheit ihrer Samenmäntel von den verschiedensten Vögeln gefressen, hauptsächlich Tauben, *Carpophaga*- und *Columba*arten, ferner *Buceros*arten u. s. w. Die Autoren sind jedoch nicht einig darüber, ob die betreffenden Vögel die Samen nun durch die Excremente oder in Butzen aus dem Kropfe werfen. Ob der Macis außerdem noch, wie BAILLON annimmt, die weitere Function besitzt, bei der Reife durch die Turgescenz seiner Streifen das Pericarp zu sprengen erscheint, zwar nicht ausgeschlossen, ist aber bis jetzt experimentell nicht bewiesen.

Erwähnen will ich hier noch, dass auch die bei Samen von *Taxus* und den nächstverwandten Gattungen vorkommende Hülle, deren morphologische Natur noch heutzutage umstritten, gewöhnlich aber in den botanischen Lehrbüchern als Prototyp eines Samenmantels angeführt wird, in biologischer Hinsicht den beerenartigen Arillarbildungen an die Seite gestellt zu werden verdient.

Der Arillus als Flugorgan.

Als Ausrüstung für die Samenverbreitung durch den Wind dürften die Arillen der folgenden Familien anzusehen sein:

1. *Dilleniaceae*: Viele Arten der Gattung *Tetracera*, ferner *Crossosoma Bigelowii* Wats., *Doliocarpus* und *Davilla* in Folge der häutigen und meist

1) Ber. d. deutsch. bot. Ges. I. p. 461. 2) Sitzungsber. d. Kgl. preuß. Acad. d. Wissensch. Berlin 1890.

haarförmig zerschlitzten Beschaffenheit ihres Mantels. Einzelne Arten, z. B. *Tetracera surinamensis* Miq., allerdings können auch wegen der reichen Inhaltsstoffe und der mehr fleischigen Consistenz ihrer Arillen bei der Verbreitung der Samen durch Vögel in Frage kommen.

2. *Berberidaceae*: *Epimedium* mit seinem blasig aufgetriebenen und *Jeffersonia* mit seinem borstenförmig zerschlitzten Arillus.

3. *Fumariaceae*: *Corydalis*; man beachte jedoch auch das weiter unten Gesagte.

4. *Turneraceae*: Die Samen der *Turnera*-, *Wormskioldia*- und *Erblichea*arten mit ihrem schuppenartigen Arillus und *Mathurina* mit ihrem haarschopfähnlichen Mantel. Wenn man, wie dies Urban in seiner »Monographie der Turneraceae«[1]) thut, die Frage aufwirft, wie es kommt, dass die monotypische Gattung *Mathurina* trotz ihres ganz nach Art von Haarschöpfen ausgebildeten Arillus nur auf eine kleine oceanische Insel (Rodriguez) beschränkt ist, so darf man nicht außer Acht lassen, dass Verbreitungsausrüstungen, gleichviel welcher Art sie sind, allein nun nicht auch eine weitausgedehnte Verbreitung der betreffenden Pflanzen bedingen, sondern dass hierbei noch andere wesentliche Factoren, wie Dauer der Keimfähigkeit, Klima, Bodenverhältnisse u. dergl. mitspielen.

5. *Musaceae*: Die haarschopfähnlichen Arillen von *Ravenala guyanensis* und *Strelitzia* sind zweifelsohne Verbreitungsausrüstungen der Samen durch den Wind. Ob der blaue mantelförmige Arillus von *R. madagascariensis* auch als Flugapparat fungiert oder den beerenartigen Arillen ebenbürtig ist, konnte ich nicht ergründen. von Höhnel[2]) meint, die biologische Bedeutung des Mantels dürfte in diesem Falle darin bestehen, dass eine Zerstörung der Samen durch die höhere Tierwelt vermieden wird, indem die letztere durch die »grellgiftige« Färbung von dem Genusse der Samen abgehalten werde. Eine Entscheidung über den Wert der einen oder anderen Annahme können jedoch nur Beobachtungen an Ort und Stelle liefern.

Der Arillus als Schwimmorgan.

Die Thatsache, dass bei den Samen der Gattung *Nymphaea* der Samenmantel als Schwimmorgan fungiert, ist lange bekannt[3]). Die Frucht wird vom Stengel nicht in toto abgelöst, zerfällt aber bei der Reife jedenfalls infolge des Druckes des sehr quellbaren und verschleimenden Fruchtknotengewebes in unregelmäßige Stücke. Jeder der so freiwerdenden Samen wird von einem im zweiten Abschnitt näher beschriebenen Mantel umgeben. Durch diesen parenchymatischen Gewebesack respective durch die in seinen Interstitien enthaltene Luft wird der an sich schwere Hauptkörper des Samens specifisch leichter gemacht, so dass er sich auf dem Wasserspiegel

1) Jahrb. d. bot. Gart. Berlin. II. p. 47. 2) Österr. bot. Zeitschr. 1881. p. 386.
3) Hildebrand, Die Verbreitungsmittel der Pflanzen. p. 23.

schwimmend erhalten und durch Strömungen von der Mutterpflanze fortführen lassen kann. Entkleidet man ihn seines Arillus und bringt ihn ohne denselben auf Wasser, so sinkt er sofort zu Boden, während er sich im anderen Falle bis zu einer Dauer von 48 Stunden auf dem Wasser hält. Diesen Angaben habe ich im Wesentlichen nichts hinzuzufügen; nur möchte ich mich dagegen wenden, dass es »eine sich zwischen Arillus und Samen bildende grosse Luftblase« sein soll, die das Schwimmen des Samens bedingt. Dies wird vielmehr zweifellos durch die in den Zwischenzellräumen vorhandene Luft bewerkstelligt; gewiss adhärieren hie und da noch Luftblasen am Chalazaende des Samens, an welcher Stelle der Arillus nicht geschlossen ist, aber diese sind bei dem Functionieren des Organs als Schwimmapparat doch nicht der wesentliche Factor, durch sie wird die Schwimmfähigkeit allenfalls erhöht. Erst wenn die in den Intercellularen enthaltene Luft entwichen ist und das umgebende Medium des Wassers in das absterbende Gewebe eindringt, wird die Schwimmfähigkeit aufgehoben. Der bis dahin in horizontaler Lage auf dem Wasser schwimmende Same stellt sich senkrecht, mit der Spitze nach oben, fällt aus dem an der Chalaza offenen Sack heraus und sinkt ohne ihn zur Keimung auf den Grund. Bei *Euryale*, die ich gleichfalls zu beobachten Gelegenheit hatte, verhält sich die Sache im Grossen und Ganzen gerade so; nur insofern besteht hier eine kleine Abweichung, als der Same, dessen Arillus am Chalazaende durch die übereinander liegenden freien Zipfel geschlossen ist, nicht aus dem Sack herausfällt, sondern mit ihm zusammen, sobald die in den Intercellularen enthaltene Luft großenteils entwichen ist, zu Boden fällt.

Die übrigen, eines Arillus ermangelnden *Nymphaeaceae* suchen ihren Samen auf andere Weise eine möglichst große Ausbreitung zu verschaffen; das Nähere ist in Hildebrand's Buch zu finden.

Die Natur bedient sich hier, selbst innerhalb derselben Familie, zur Erreichung eines bestimmten Zweckes der verschiedensten Mittel.

Wie die Verhältnisse bei *Victoria regia* liegen, konnte ich nicht recht ermitteln; jedenfalls aber ließ sich das feststellen, dass die Frucht ebenso wie bei *Nymphaea* in unregelmässige Stücke zerfällt.

Der Arillus als Trennungsgewebe.

Der von Bachmann[1]) aufgestellte Satz, der Arillus von *Sarothamnus scoparius* Koch reduciere durch eigentümliche Wachstumsverhältnisse die Verbindung zwischen Samen und Placenta beziehungsweise Funiculus auf ein Minimum und diene somit zur Ausbreitung der Pflanze, gilt nicht nur für die genannte Art, sondern auch für die große Mehrzahl der übrigen, einen Arillus besitzenden *Leguminosae*. Wie Bachmann ganz richtig angiebt, besteht er bei der von ihm untersuchten Art und vielen anderen *Cytisus*-

1) Ber. d. deutsch. bot. Gesellsch. III. p. 28.

arten aus zwei bezüglich der Zellwandstärke verschieden differenzierten Gewebeschichten, einer peripherischen, der Samentesta direct anliegenden dickwandigen Partie und einer mittleren dünnwandigen. Die erstere bildet bei dem Besenginster jedoch keinen allseitig geschlossenen Ring sondern mehr eine Sichel, deren Lücken im meristematischen Zustand des Arillus und bis kurz vor der Reife des Samen von zartwandigem Gewebe ausgefüllt wird. Das im Centrum gelegene und das die eben erwähnte Lücke auskleidende zartwandige Gewebe verliert sehr früh seine Inhaltsbestandteile, bleibt gegenüber dem peripherischen, dessen Elemente nach aussen zu vorzugsweise sich in der Längsrichtung strecken, im Wachstum zurück und wird endlich zum Zerreißen gebracht; es collabiert, so dass im Innern ein Hohlraum oder »Porus«, wie BACHMANN denselben nennt, entsteht. Nunmehr steht der Funiculus nur durch das peripherische Arillargewebe und das durch den Hohlraum ziemlich isoliert verlaufende Gefäßbündel in Zusammenhang mit dem Samen. Der Zusammenhang wird schliesslich noch durch Collabieren des die sichelförmige peripherische Schicht auskleidende, an der Mikropyle liegende Gewebe weiter reduciert auf das Leitbündel. Der Anstoß, diese letzte Verbindung zu lösen, wird gegeben durch das infolge der eigenartigen Differenzierung des Fruchtgewebes, besonders der sogenannten »Hartschicht«, unter dem Einfluss der Austrocknung erfolgende Aufspringung der Hülsenklappen. Die Samen werden durch die sich öffnenden und spiralig einrollenden Hülsenklappen auf grosse Strecken und mit ziemlicher Vehemenz hinweggeschleudert; das Gefäßbündel reißt an der dünnsten Stelle, etwa in halber Höhe des Hohlraumes, wo es nur aus wenigen Tracheïden besteht. Von dem eben geschilderten Vorgang kann man sich leicht ein anschauliches Bild machen, indem man einige reife, noch geschlossene Hülsen der Austrocknung im Sonnenlicht aussetzt. Die gleichen Vorgänge spielen nun auch bei *Afzelia*, *Kennedya*, *Hardenbergia*, *Canavalia*- und *Mucana*arten, die ich eingehender darauf hin untersucht habe. Nur bezüglich der anatomischen Verhältnisse besteht eine kleine Abweichung, insofern nämlich, als das peripherische, starkwandige Gewebe hier einen allseitig geschlossenen und seinen Elementen nach gleichmäßig constituierten Ring bildet, ein Unterschied, welcher für die Function von keinem wesentlichen Belang ist. Bei den *Leguminosae* des ersten Typus mit linealem Arillus erfolgt die Lostrennung der Samen von der Placenta respektive dem Funiculus auf ähnliche dem Princip nach gleiche Weise. Ist bei den Arillen, wie sie bei den Arten von *Pisum*, *Lathyrus*, *Vicia* etc. vorkommen, eine peripherische collenchymatisch verdickte und eine von ihr umgebene centrale dünnwandige Gewebepartie vorhanden, so trocknet zuerst die letztere ein und collabiert in Folge der Streckung der epidermalen Elemente. Später, kurz vor der Reife der Samen stellt dann auch die die Kantenseite der Samen nur wenig übergreifende epidermale Schicht ihr Wachstum ein und trocknet ein, so dass alsdann zwischen Samen und Placenta nur durch den Funi-

culusgefäßstrang eine Verbindung bestehen bleibt, die schließlich auf gleiche Weise, wie oben angegeben wurde, gelöst wird. Hierbei trennen sich jedoch die Arillen im Gegensatz zu den vorerwähnten ihrer ganzen Länge nach von den Samen, und diese werden glatt ohne Arillaranhang aus der Hülse herausgeschleudert.

Die gleiche Aufgabe, den Zusammenhang zwischen Samen und Placenta auf ein Minimum herabzusetzen, soll nach Baillon[1]) auch die Caruncula, der durch Verdickung des Exostomrandes entstandene Arillus der *Euphorbiaceae* zu erfüllen haben, indem sich derselbe nach Art eines Keiles zwischen die feststehende Wand der Placenten und den dünnen Funiculus einschiebe. So eingehend mit dieser Frage, um ein competentes Urteil über den Wert dieser von Baillon auch nur vermutungsweise ausgesprochenen Angabe fällen zu können, habe ich mich nicht beschäftigt. Nur soviel habe ich constatieren können — und dies macht mir die Vermutung wahrscheinlich, — dass die primordiale Anlage des Exostomarillus in Gestalt eines Ringwalles direct über dem Eikern und der Embryoanlage liegt, dass also mit anderen Worten die Spitze des Nucellus, entsprechend verlängert gedacht, den Mittelpunkt des kreisförmigen Wulstes treffen würde, während später der Ringwall vorzugsweise einseitig nach der Placenta wächst, so dass am reifen Samen die nach der früheren Mikropylenöffnung zeigende Radicula nicht mehr in gerader Linie mit dem Exostom liegt, sondern einen ziemlich großen Winkel mit ihm bildet.

Unbestimmte Fälle.

Über die physiologische Bedeutung der Arillen von *Chelidonium*, *Bocconia*, *Asarum*, *Corydalis*, *Viola* u. s. w. ist bis jetzt nichts bekannt geworden, sei es nun vermutungsweise oder auf Grund von Beobachtungen. Zu einem bestimmten, sich auf eingehendere Untersuchungen stützenden Ergebnis bin ich allerdings bis jetzt auch nicht gekommen, doch möchte ich an dieser Stelle die Vermutung aussprechen, dass den Arillen der eben genannten Gattungen wohl kaum eine Bedeutung bei der Samenablösung oder Samenverbreitung zukommt. Vielmehr halte ich die Möglichkeit für nicht ausgeschlossen, dass sie nur vor der Samenreife eine Rolle zu spielen berufen sind. Auffällig ist nämlich die Thatsache, dass ihre Gewebeelemente, so lange die Differenzierung der Integumente zur Samentesta noch nicht begonnen hat, stets reich an plastischen Baustoffen sind, dass diese letzteren kurz vor dem Beginn des Hartwerdens der Schale allmählich verschwinden und das Gewebe bei der Samenreife vollständig inhaltsleer und oft schon collabiert erscheint. Mit anderen Worten wäre also in den genannten Fällen in der Funicularhypertrophie nur eine Vermehrung der Speichergewebe für die im Samen zu speichernden plastischen Baustoffe

1) Étude générale du groupe des *Euphorbiacées*. Paris 1858. p. 194 ff.

zu erblicken. Sobald die Inhaltsstoffe verschwunden sind und die Samenschale hart wird, wachsen dann bei *Corydalis* z. B. die epidermalen, teilweise auch die darunter gelegenen Zellen des Arillus zu langen, inhaltsleeren oder nur von Luft erfüllten Schläuchen aus, so dass möglicherweise der Arillus speciell hier noch die weitere Aufgabe hat, als Flugorgan zu fungieren.

Figurenerklärung der Taf. VI.

Fig. 1. *Crossosoma Bigelowii* Wats. Stück eines Haarbündels aus dem zerschlitzten Arillus (körperlich gez. Vergr. ca. 120).

Fig. 2. *Tetracera rigida* Klotzsch. Querschnittsstück durch den Mantel. Im Innern eine größere Raphidenzelle. Vergr. ca. 360.

Fig. 3. *Connarus ferrugineus* Jack. Querschnittsstück durch das Arillargewebe. Der Inhalt der großen Zellen ist in der Natur rötlich gefärbt und führt Gerbstoff in Lösung; die kleinen Zellen enthalten nur wasserklaren Zellsaft. Vergr. ca. 120.

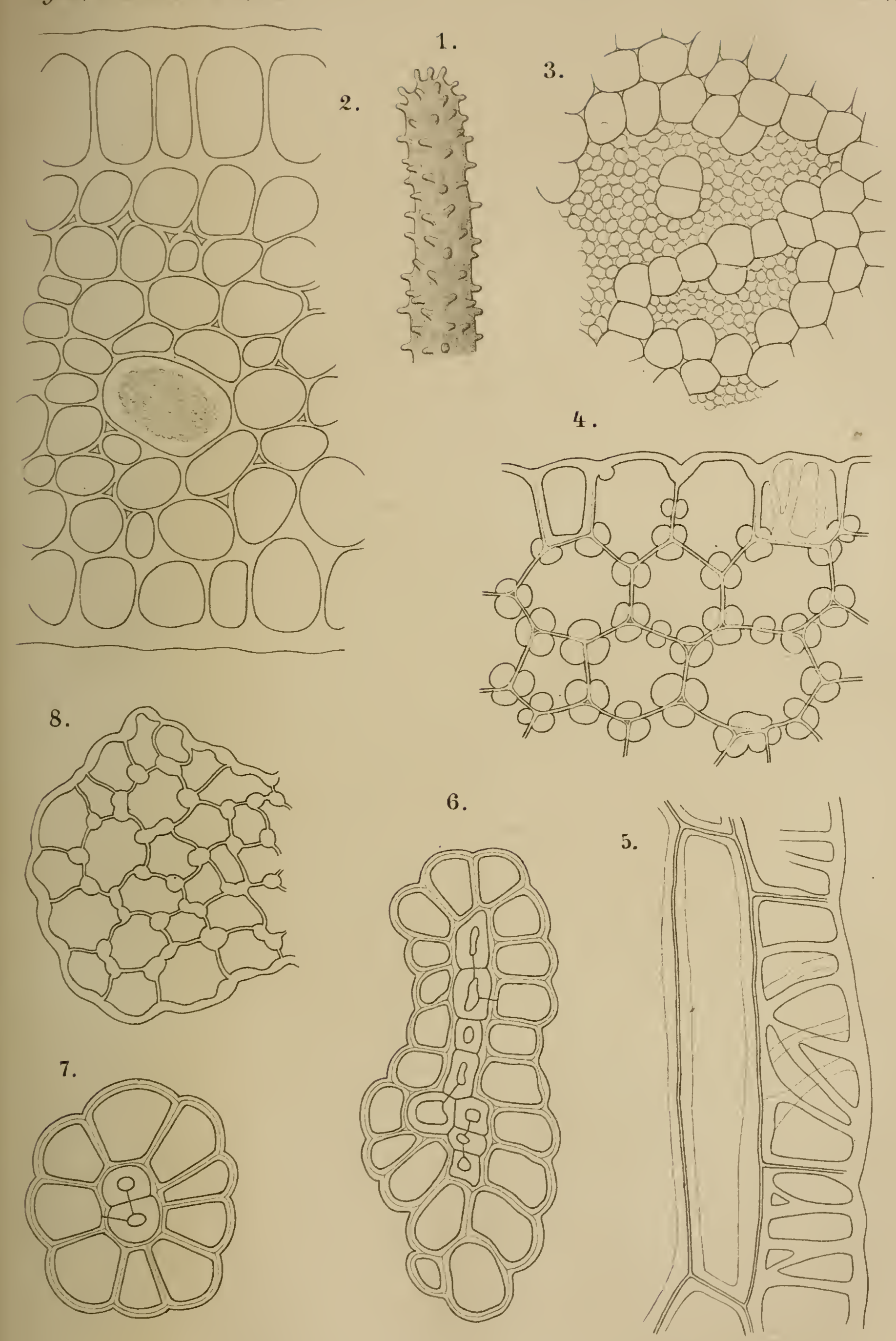
Fig. 4. *Ravenala madagasc.* Sonn. Querschnittsstück durch den Arillus. In der einen Epidermiszelle ist eine Querwand getroffen, welche die auf ihr befindlichen, in das Lumen vorspringenden Leisten zeigt. Vergr. ca. 360.

Fig. 5. *R. madagasc.* 2 Epidermiszellen mit der daran stoßenden Zelle des Grundgewebes, im Längsschnitt. Die feingezogenen Linien der Epidermiszellen bedeuten die bei tieferer Einstellung sichtbar werdenden Leisten der unteren Wand. Vergr. ca. 360.

Fig. 6. *R. guyanensis* Rich. Querschnittsstück der Basis eines Haarbündels des gefransten Arillus. Vergr. ca. 360.

Fig. 7. Dasselbe durch die Spitze eines Bündels. Vergr. ca. 360.

Fig. 8. *Strelitzia Reginae* Ait. Querschnittsstück durch den haarförmig zerschlitzten Arillus. Verg. ca. 750.



A. Pfeiffer del. Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig Lith. Anst. Julius Klinkhardt, Leipzig